

دار الكتب www.dar-alkotob.com

دار الكتب www.dar-alkotob.com

الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها

تأليف

دكتور/ عبد الحميد محمد عبد الحميد
أستاذ ورئيس قسم إنتاج الحيوان
بكلية الزراعة-جامعة المنصورة

الطبعة الثانية-مكررة

٢٠٠٣/١٤٢٤

دار الكتب www.dar-alkotob.com

ممنوع التصوير
وجميع الحقوق محفوظة للمؤلف

٢٠٠٣ / ١٤٢٤

رقم الإيداع: ١٥٧٣٣ / ٢٠٠٣

طبع بمطابع جامعة المنصورة

دار الكتب www.dar-alkotob.com

الأسس العلمية لإنتاج الأسماك ورعايتها

تأليف

دكتور/ عبد الحميد محمد عبد الحميد

أستاذ ورئيس قسم إنتاج الحيوان

بكلية الزراعة-جامعة المنصورة

دار الكتب www.dar-alkotob.com



دار الكتب www.dar-alkotob.com

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وهو الذى سخر البحر لتأكلوا منه لحما طرياً وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾
- النحل : ١٤

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ - الأنبياء : ٣٠

دار الكتب www.dar-alkotob.com

إلى روح والدي طيب الله ثراه وأسكنه فردوسه الأعلى برحمته الواسعة
﴿ ربنا اغفر لي ولوالدي وللمؤمنين يوم يقوم الحساب ﴾ - إبراهيم : ٤١
إلى كل عامل جاد مخلص يرضى الله ...
﴿ وابتغ فيما آتاك الله الدار الآخرة ﴾ - القصص : ٧٧
﴿ وما تفعلوا من خير فإن الله به عليم ﴾ - البقرة : ٢١٥
﴿ إنني لا أضيع عمل عامل منكم ﴾ - آل عمران : ١٩٥
إلى كل عالم متواضع مثابر يعمل بعلمه
﴿ - إنما يخشى الله من عباده العلماء ﴾ - فاطر : ٢٨
﴿ قل هل يستوى الذين يعلمون والذين لا يعلمون ﴾ - الزمر : ٩

دار الكتب www.dar-alkotob.com

مقدمة

رغم احتراف الإنسان القديم لمهنة الصيد بما فيها صيد الأسماك - وتدلنا آثار الحضارة الفرعونية القديمة على ذلك - إلا أن دراسة الأسماك كعلوم فهي حديثة ولا تزيد كثيراً عن مائتي عام، فقد بدأ العلم الحديث بتقسيم الأسماك والتعرف على تاريخها الطبيعي، ثم تطرق إلى دراسة البيئة وبيولوجية الأسماك وفسيولوجيتها ووراثةها وهكذا .

ويتطور أساليب الإنسان في الحياة، تبحر في عالم البحار للكشف عن ثرواته وأغازه، فطور طرق الصيد، وتتبع الأسماك وحركتها وسولكها بأحدث وأقصد الأجهزة العلمية، بل واضطر لمواجهة شدة احتياجات الإنسان للبروتين السمكي بعد زيادة تعداد السكان واستنزاف الأجسام المائية الطبيعية للصيد الجائر بها، واضطر إلى استزراع الأسماك في الأرض، وتتطلب ذلك تكثيف علمه وإمكاناته في تطوير مزارع الأسماك ليزيد إنتاجها وبشكل اقتصادي، فسخر لذلك كافة العلوم البيولوجية والفيزيائية والهندسية والجيولوجية والفلكية وغيرها .

وفي كتابنا هذا تعرضنا لأسس الإنتاج السمكي من الناحية العلمية بشقيها النظري والعملي في جزأين هما صلب هذا الكتاب الذي جمعت مادته العلمية على مدار ستة سنوات تخللها زيارات ميدانية لكبرى جامعات العالم المتخصصة في تخريج وتدريب العاملين في حقل الأسماك من علماء وممارسين ومتجنيين، وكذلك لمزارع متخصصة في كثير من النول وذلك للوقوف على الحديث في هذا العلم وتطبيقاته . وذلك لنقلها إلى كل مهتم بالأسماك، من مستهلك ومنتج ومشرف وطالب وباحث من الناطقين بالعربية، عملاً بقول أبي الأسود الدؤلي :

يا جامع العلم نعم الذخر تجمععه لا تعدلن به درا ولا ذهباً

ويقول الإمام الشافعي : " من أراد الدنيا فعليه بالعلم ومن أراد الآخرة فعليه بالعلم ، ومن أرادهما معا فعليه بالعلم " ، ويدعاء الرسول الأمين عليه صلاة الله وسلامه : " اللهم إني أعوذ بك من علم لا ينفع " .

وأدعو المولى سبحانه أن ينتفع بهذا العمل وأن يكتب لي في ميزان حسناتي وسبحان رب العزة القائل في محكم كتابه : ﴿ وعلمك ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيماً ﴾ ، والقائل : ﴿ وقل رب زدني علماً ﴾ ، والقائل : ﴿ وفرق كل ذي علم عليم ﴾ ، والحمد لله رب العالمين .

دار الكتب www.dar-alkotob.com

دار الكتب www.dar-alkotob.com

الجزء الاول

الانسس النظرية
لإنتاج الاسماك ورعايتها

دار الكتب www.dar-alkotob.com

الباب الاول
موقع الاسماك من المملكة الحيوانية

الفصل الأول تعريف الأسماك

يطلق لفظ "أسماك" للدلالة على الأحياء المائية نوات الدم البارد (متغيرة الحرارة Poikilothermic) Cold - Blooded والتي تتنفس بالخياشيم ، ويوجد لها زعانف ، وتنتمي إلى الحيوانات الفقارية ، إلا أنه كثيراً ما يطلق على حيوانات مائية أخرى أنها أسماك ، رغم سهولة التمييز بينها وبين الأسماك الحقيقية على أساس التركيب الأساسي لأجسامها . فالأصداف أو المحار (السماك الصدفي) Shell Fish ليست بسماك حقيقي لعدم احتوائه على عمود فقري ، وكذلك الحيتان Whales وسماك يونس (خنزير البحر) Porpoises فرغم أنها حيوانات فقارية وتعيش في الماء إلا أنها حيوانات ثديية Mammals ، تتنفس الهواء الجوي بالزئفائر وليس بالخياشيم .

وعلى ذلك ومن باب التسهيل - وإن كان خطأ - فإنه يطلق لفظ أسماك مجازاً على كثير من الكائنات المائية - خاطف الأسماك الحقيقية - والتي قد تتضمن القشريات Crustaceans من جمبري وكابوريا ، وإن كانت القشريات مجموعة حيوانات لا تنتمي إلى شعبة الحبليات فهي ليست من الأسماك ، ومنها حوالي ٢٦ ألف نوع موجودة بخلاف آلاف أخرى انقرضت الآن ، ومنها ما هو كبير الحجم ومنها ما هو صغير الحجم .

كما تشمل الكائنات الحيوانية المائية كذلك على الزواحف (تمساح وثعابين Snakes) ، وكذلك الضفادع Tonds, Frogs ، والسلاحف Turtles ، والقناديل Jelly Fishes ، والقنافذ Urchins ، والأسفنجيات Sponges ، والشعب المرجانية Corals ، الأصداف Bivalves - كالمحار والصدف والقواقع Snails - والمحار Squid ، والأخطبوط Octopus ، والديدان ، وغيرها من المخلوقات المائية . بجانب الطيور المائية المختلفة كالبطريق Penguin والبط والجمجم والوز والفرد والقطر والبطون والبلبل وغراب البحر والنورس والشرشير والفسيري والبشاروش وعمار الرمل الأرجواني والسمان ، وغيرها كثيراً كالطائر الغطاس والطيور الفواصة ، بجانب النورس (عقاب البحر) Osprey والنسر الذهبي (وايضاً بجانب الموائق الحيوانية الصغيرة Zooplankton وغيرها ، إضافة على عشرات الأحياء المائية الأخرى من بكتريا وطحالب وفيروسات وفطريات ونباتات مختلفة .

فحتوى المياه على حوالي ١٥٠ ألف نوع من الأحياء المائية وأكثر من ٧٠ ألف مليون طن من الأعشاب والطحالب والمواد العضوية الأخرى ، وذلك في الحياة التي تشمل حوالي ٧١ ٪ من مساحة الكرة الأرضية . وتمتدنا هذه المياه أيضاً - بجانب الأسماك (سيدس البروتين الحيواني الذي نستهلكه كغذاء) - بملح الطعام (غش ما تستهلكه البشرية) والأكسجين - تخلف النباتات المائية - إلى غير ذلك من أنعم الله

﴿ وهو الذي سخر البحر لتكلموا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها ﴾ - النحل : ١٤

﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ - الأنبياء : ٣٠

﴿ وما يستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون

حلية تلبسونها ﴿ - فاطر : ١٢
﴿ يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان ﴾ - الرحمن : ٢٢ .

الفصل الثاني تصنيف الأسماك Fish classification

يتم تصنيف الأسماك بطرق مختلفة طبقا لفرض وطبيعة عمل المصنف ، فتصنيفها بالنسبة لعالم البيولوجي يختلف عن عالم التغذية ، أو عالم البيئة وهكذا .

وعموما يمكن تقسيم الأسماك من حيث

أولا : تصنيف علمي Scientific Classification :

تتبع الاسماك عالم الحيوانات Animal Kingdom ، شعبة الحبليات Phylum chordata ، شعبية الفقاريات Subphylum Vertebrata والتي تنقسم إلى أربعة فئات Super Classes هي :

١ - أسماك غير فكية Agnathans : ومنها الآن طائفة واحدة مازالت موجودة هي Class Cyclostomata ، وهي فقاريات أولية عديمة الفكوك Jawless ، وتحتها رتبة الجليكات Order Petromyzontia (سمك الجلكي Lampreys) ، ورتبة المخاطيات Order Myxinoidea (سمك جرّيت أو المخاطي Hag fish) ، وقد ظهرت هذه الاسماك في حفائر العصر بعد الكامبرياني Ordovician Age أي منذ حوالي ٤٥٠ مليون سنة (أسماكها تشبه سمك الثعبان) ، فهي أول أسماك ظهرت كاسماك تاريخية Palaeozoic Fishes ، ويمرّزها العظام في الهيكل ، وعديمة الزعانف الزوجية ، وأسنانها القرنية عديمة الشبيه بأسنان الأسماك الأخرى ، وفتحات الخياشيم عبارة عن مسام منفردة أو زوج واحد ، وهي تعيش على القمامة بشكل طفيلي ، تضمنت كذلك أسماك صدفية منقرضة Ostracoderms ، وهي لا تنتمي إلى الأسماك الحقيقية.

٢ - الأسماك المنطاة رؤوسها وصندوقها بصفائح عظمية Placodermi : وهي أول فقاريات فكية Gnathostomes ، وقد انقرضت تماما الآن ولا توجد إلا أحافيرها فقط .

٣ - أسماك غضروفية Chondrichthyes (Cartilaginous Fishes) : وهي من الفقاريات الفكية ، وتبلغ

حوالى ٨٠٠ نوع ، وهى أسماك مفترسة ، ومن أمثلتها الأسماك صفيحية الخياشيم Elasmobranchii ذات القشور Placoid (القرش Shark ، الشفن Skate ، الرأى Ray ، كلب السمك Squalus و كلب البحر Dog Fish) والأسماك كاملة القحف عارية الجلد Holocephali (الكيميرا Chimaera ، الشبح Ghost ، الجرذ Ratfish). والأسماك الغضروفية تقع فى بداية التطور للفقاريات ، فهى أقرب إلى أسلاف الفقاريات من أى طائفة أخرى ، وهى كبيرة الحجم ، وهيكلها غضروفى وقد يتكلس لكن لا يكون عظاما ، وتحتوى الذكور على كلابيات Claspers عند الزعنفه الحوضية لتساعد فى التزاوج ، إذ يتم إخصاب البيض (الأكبر حجما وأقل عددا عنه للأسماك العظمية) داخليا بواسطة الذكور. ويميزها كذلك الجلد الذى ينتشر عليه نتوءات تشبه الأسنان والتي تمتد أحيانا كأشواك على سطح الجسم ، وعليها فتحات خيشومية منفصلة أى مسام تنفسية Spiracle على الجانب أو تحت الرأس بدون غطاء خيشومى (فيما عدا سمك الأرنب Rabbitfish) ، ومعظمها أسماك بحرية .

٤ - أسماك عظمية Osteichthyes , Teleostomi , or Bony Fishes وهى كذلك فقاريات فكية ، تشكل حوالى ٩٧ ٪ من جملة الأسماك المعروفة الآن والبالغ عدد أنواعها حوالى ٢٥ ألف نوع ، تحتها حوالى ٤٠ ألف سلالة - المستخدم منها للإنسان حوالى ٣١٤ صنف - فالأسماك تشكل أكبر مجموعة فى الفقاريات ، خاصة إذا علمنا أن جملة الحيوانات النقية على سبيل المقارنة حوالى ٤٥٠٠ نوع فقط . والأسماك العظمية لها هيكل عظمى ، ويغطى خياشيمها غطاء خيشومى على كل جانب من جانبي الرأس ، ولها زعنفة ذيلية ، ويغطى الجسم عادة بالقشور العظمية ، ولها مثانة هوم Swim bladder ، وتضع الإناث عددا كبيرا من البيض صغير الحجم عما تضعه الأسماك الغضروفية ، ويتم إخصاب البيض خارجيا ، والبيض يطفئ إذا كان الماء حذبا بينما يطفوا إذا كان الماء مالحا .

وقد تواجدت فوق الطوائف الأربعة فى عهد تكوين الصخور الرملية الحمراء القديمة Devonian Period ، أى منذ ٤٠٥ - ٣٥٠ مليون سنة ، وهى الفترة التى يشار إليها كعصر للأسماك ، وقد كونت الأسماك الفكية المختلفة قديما طائفة واحدة هى طائفة الأسماك Class Pisces (Fishes) ، إلا أنه حديثا انقسمت إلى طوائف أربعة من بينها الغضروفية والعظمية ، بل أكثر من هذا أنه انقسمت فوق طائفة الأسماك العظمية إلى طائفتين مختلفتين تماما هما :

١ - أسماك ذات زعانف مفصصة أو لحمية Class Sarcopterygii

(Flesh or Lobe - finned fishes) : ومنها أسماك رئوية (Lung fishes) Dipneusts كئسمك Crossopterygians و Neoceratodus , Protopterus ، وأشكال أخرى بائدة Latimeria قرب سواحل جنوب أفريقيا . وانحدر منها البرمائيات ، وإن كان يوجد منها جنس Latimeria قرب سواحل جنوب أفريقيا .

ب - أسماك ذات زعانف شعاعية Class Actinopterygii

(Ray - finned Fishes) : وهي أكثر الأسماك العظمية ازدهاراً، ومنها الأسماك المعروفة بالأسواق الآن ، وتشكل ما يزيد عن ٩٩ ٪ من جملة الأسماك العظمية الحالية ، وذلك في عده فوق رتب أهمها وأكثرها انتشاراً في العصر الحاضر فوق رتبة الأسماك كاملة التعظم SuperorderTeleostei والتي تزيد عن ٢٠ ألف نوع بينما فوق الرتب الأخرى تشكل حوالى ٣٣ نوع تقريباً في حوالى ٧ رتب (تشمل الأسماك فصية الزعانف والرئوية أى مزبوجة التنفس Dipneusti) من جملة الأسماك العظمية التى تنقسم إلى ٤٢ رتبة منها ٣٩ رتبة للأسماك شعاعية الزعانف (منها ٣٥ رتبة لكاملة التعظم) .

وتنقسم الأسماك شعاعية الزعانف إلى ٣ فوق رتب :

١ - عظمية مخسرونية Chondrostei : وهي أسماك شعاعية الزعانف أولية مثل البشير Polypterus (Bichir) ، والحفش Sturgeons ، والمجداف Paddlefish ، والغاب Reedfish ، وإجمالاً ٣٥ نوعاً .

٢ - تامة التعظم Holostei : وهي أسماك شعاعية الزعانف متوسطة ، تشمل أسماك البوفين Bowfin (Amia) ، وأبومنقار Lepisosteus (Gars) ، وهي ثمانية أنواع بدائية موجودة إلى الآن .

٣ - كاملة التعظم Teleostei : وتحتوى على ٤٠٨ عائلة ، تحتها ٢١ ألف نوع ، تمثل ٩٦ ٪ من الأسماك الحية ، وأهم رتبها :

١ - ثعبانية الشكل Anguilliform : وتشمل ٩٧ نوعاً من ثعابين السمك (الأوروبي ، الأمريكى ، اليابانى) .

ب - أشكال السالمون Salmoniformes : تحتوى ٣٢٠ نوعاً كالسالمون والتراوت والسمك الأبيض والكراكي .

ج - الشبوطية Cypriniformes : وتشمل حوالى ٢٤٠٠ نوع كالمبروك وثعابين السمك الكهرية .

د - السلور Siluriform : تشمل حوالى ٢٢٠٠ نوع ، ومنها الأسماك القطية (كالفرايط) .

هـ - أثيرينيفورم Atheriniformes : وتتضمن ٢٣٥ نوعاً كالميداكاس Medakas والكيلي Killifish .

و - العقربية Scorpeniform : حوالى ١١٦٠ نوعاً ، منها أسماك الصخرى وأبو الحناء والخشيري وعقرب البحر .

ز - برسيفورم Perciform : حوالى ٧٨٠٠ نوع ، منها البركودة والبورى والفرخ والسهمى والشمس والشبح المغربى وأبوسيف .

وبهذا تشكل أوسع مجموعة متنوعة بين مجاميع الفقاريات المعاصرة ، وتشمل المجموعة السائدة من الأسماك (ما يقرب من ١٠٠ مليون سنة) ، ويمادل عددها الأنواع الكلية للتدييات والطيور والزواحف والبرمائيات مجتمعة معاً ، ومعظمها أسماك بحرية وبعضها أسماك مياه عذبة . وقد وصف كمال الدين الدميرى فى القرن الرابع عشر الميلادى فى كتابه (حياة الحيوان الكبرى) أنواعاً كثيرة من الأسماك التى تعيش فى الأنهار أو فى البحار كالفقوش والكواسج والمنشار والمنارة والبطش والانكليس (ثعبان السمك) والشبوط والصير والقوقى والخوشقلا (البلطى) والخطاف (السمك الطائر) . وفى كتاب وصف مصر - الذى ألفه علماء الحملة الفرنسية - توجد ٢٧ لوحة تحتوى على الأسماك العظمية والغضروفية المنتشرة فى مصر ، وقد نُشر هذا المؤلف فى أوائل القرن التاسع عشر .

ثانياً : طبقاً للتغذية :

وتنقسم الأسماك حسب التغذية إلى ثلاثة مجاميع وهى :

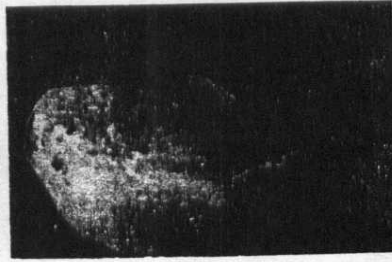
١ - أسماك آكلة مواد حيوانية (آكلة لحوم) Carnivores (كالفقوش) :
حوالى ٨٥ ٪ من الأسماك المعروفة .

٢ - أسماك آكلة مواد نباتية (آكلة عشب) Herbivores (كالبورى) :
حوالى ٦ ٪ من الأسماك المعروفة .

٣ - أسماك آكلة للمواد النباتية والحيوانية (مختلطة التغذية - كائسة - رمية) Omnivores - Scavengers - Detritivores (كالمبروك) : وتشكل حوالى ٩ ٪ من أنواع الأسماك المعروفة .

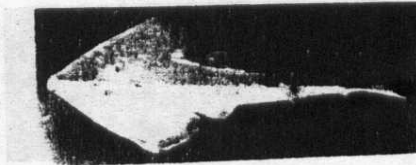
ويمكن للأسماك آكلة اللحوم أن تتغذى على الجمبرى حديث الفقس (طازجاً أو مجمداً أو مجفداً Freeze - dried ، والغذاء المجفد لا يحتاج تبريداً كما أنه معقم وأقل تلوثاً للماء) ويرقات البعوض والقواقع والمحار (بلح البحر) Muscles والسرطانات Crabs والسمك (سواء طازجاً أو مجمداً أو مجفداً أو مساحيق جافة) . أما أكلات الأعشاب فتتغذى على النباتات المائية أو الطحالب أو الخس أو السبانخ وغيرها من الخضروات والأغذية (طازجة أو مجمدة أو جافة) المحتوية على الكلوروفيل ، إلا أنه إذا جاءت الأسماك آكلة العشب ولم تجد سوى المواد الحيوانية فتأكلها ، لكنها لا تنمو كما لو عُذيت على مواد نباتية . أما الأسماك مختلطة التغذية فإنها تقبل التغذية على معظم الأغذية سابقة الذكر ، فيمكنها الحياة بالتغذية على علف حيوانى كامل ، وإن كان الأفضل أن تحتوى علائقها كذلك على مواد نباتية . والمعروف أن العديد من الأسماك إذا جاءت فإنها تأكل ما يقدم إليها أياً كان نوعه . وعادة فى البيئة المختلطة الأنواع السمكية تُقدم بعض الأنواع على التهام الغذاء المختلف عن طبيعتها الغذائية وتشجع بذلك الأنواع الأخرى الأقل أقلمة للغذاء المختلف عن طبيعتها الغذائية لتبدأ فى التغذية عليه هى الأخرى .

رقیطة Taeniura lymma

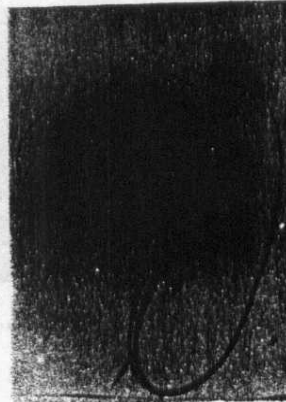


حلوانی خشن

Rhinobatus halavi

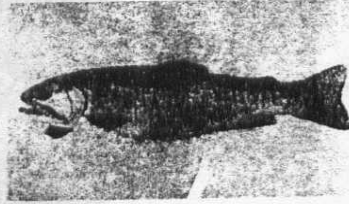


رقیط بنی Dasyatis uarnak



نماذج لأسماك غضروفية
(قوابع)

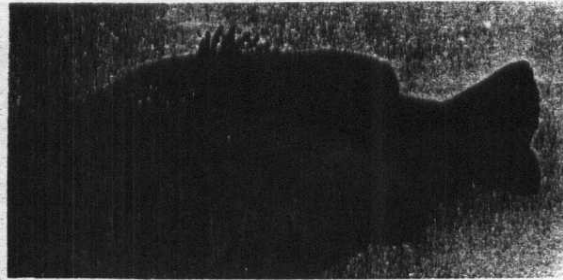
تراوت Trout brook



سردين ميروم Clupea sirm



فرخ اسود طويل الفم Micropterus salmoides



نماذج للأسماك العظمية

(وسيلة)

ثالثاً : طبقاً لهجرتها :

تنقسم الأسماك من حيث الهجرة إلى مجموعتين وهما :

١ - أسماك مستوطنة لا تنتقل من الحياة الإقليمية .

٢ - أسماك مهاجرة ، فبعض أسماك الماء العذب قد تنتقل إلى البحر لتبيض فيطلق عليها Catadromous Fishes كثعبان السمك ، والعكس فقد تنتقل بعض الأسماك من البحر إلى الماء العذب كالسالمون للتبيض فيطلق عليها Anadromous Fishes . فأسماك الأرنب تهاجر كذلك من القاع إلى الجرف القاري في الصيف . وفي مصر تهاجر أسماك البياض (السليخ) محلياً ، ففي الصيف تتجمع نحو الشاطئ لوضع البيض ثم كذلك في الشتاء تهاجر ثانية إلى الشواطئ بحثاً عن الطعام . كما قد تهاجر الأسماك عمودياً بحثاً عن الغذاء ، فهي هجرة مرتبطة بشدة الضوء والغذاء .

وتتأثر الهجرة باختلافات بيئية معينة ، سواء في الضوء أو الحرارة أو الرياح والتيارات والملوحة ، وكذلك بتأثيرات هرمونية كالتى تؤثر على التنظيم الأسموى - كالثيروكسين - فيجعل الأسماك أقدر على تحمل اختلافات درجة ملوحة الماء المهاجرة إليها ، ومن هذه الهرمونات كذلك الكورتيكوستيرويد الذى له تأثير في التنظيم الأسموى للسمك . فالهجرة إما رأسية أو أفقية وترتبط بالتغذية أو التكاثر .

فثعبان السمك الأوربي والأمريكي والسالمون وغيرها تهاجر لوضع البيض على أعماق معينة في الماء ثم تموت بعد ذلك وعندما يفقس البيض وتنمو اليرقات تنجى إلى الموطن الأصلي لأبائها على بعد آلاف الكيلومترات والتي قد تستهلك في هذه الرحلة العديد من السنوات ، وتتكرر الرحلة والتي قد تهتدى فيها إلى أوطانها باستخدام روائح نباتات مميزة أو روائح التربة ، وربما تستخدم اتجاه الشمس - كما في هجرة الطيور - ، كما تستخدم الأسماك مجال الأرض المغناطيسى في إبحارها بجانب المؤثرات الأخرى من تيارات ودرجات الحرارة ووفرة الغذاء .

والهجرة Migration الرأسية في الأسماك يصنعون أنواع معينة في الليل لمسافة ٤٠٠ - ٦٠٠ متر (عندما ينضب الغذاء) حيث يتوفر الغذاء ، ثم تعود إلى الأعماق ثانية في الصباح فتتقل المادة العضوية بسرعة إلى أعماق شديدة ، سواء في صورة غذاء أو رووح للأحياء الأخرى .

رابعاً : طبقاً لنوع المياه :

فقد تقسم الأسماك إلى أسماك مياه عميقة ، وأخرى تفضل الحياة في الماء الضحل . كما قد تقسم إلى أسماك مياه عذبة (نهريه) Freshwater Fishes ، وأسماك مياه مالحة (بحرية) Saltwater Fishes (Marine) ، وأخرى تعيش في الماء المشروب (خليط من الماء العذب والمالح) Brackish water .

وقد تقسم كذلك من حيث درجة حرارة المياه إلى أسماك مياه باردة ، وأسماك مياه دافئة .

خامساً : طبقاً لطريقة التكاثر :

فمعظم أنواع الأسماك تنتج البيض وتضعه ليلقح خارجياً ويفقس بعد ذلك ، إلا أن القليل من الأنواع يستبقى البيض في المبيض ويلقح داخلياً ، ويتأخر التبويض حين فقس الأجنة ، فتمر الصغار إلى الخارج عن طريق قناة المبيض.

سادساً : طبقاً لفترات النشاط :

تظهر الأسماك فترات نشاط محددة كمعظم الحيوانات الأخرى ، إذ إن هناك :

١ - أسماك نهارية Diurnal النشاط ، إذ تنشط بعد الشروق وتعتمد في تغذيتها على الرؤية.

٢ - أسماك ليلية Nocturnal النشاط، فتكون أكثر نشاطاً في الليل ، والسماك الذي يأكل ليلاً يعتمد على حاستي الشم والتذوق في الوصول إلى طعامه.

سابعاً : طبقاً للأهمية الاقتصادية :

فالسماك إما أن يستخدم في تغذية الإنسان أساساً بطرق مباشرة في صورة المختلفة : طازجها ومخللاً ومملحاً ومجففاً ومطهياً بالشئ والقلى ومسبكاً وفي مرقة وفي صلصة وسلطة ومدخنأ وفي عجائن ومستخلصاً وغيره. أو قد يتحصل عليه الإنسان لكن بطرق غير مباشرة عن طريق دخوله في أعلاف الحيوانات الأخرى وتسميد التربة الزراعية ثم بتغذية الإنسان على منتجات الحيوانات الأخرى أو التربة الزراعية هذه . يكون قد تحصل بشكل غير مباشر على الأسماك . كما يستخدم السمك في الزينة والرياضة، وتستخدم في المقاومة البيولوجية للحشائش والطفيليات، وتدخل الأسماك في بعض المستحضرات الطبية كذلك.

ثامناً : طبقاً للسلوك الاجتماعي :

كثير من الأسماك اجتماعي Gregarious ويميل للتواجد في جماعات ، بينما البعض الآخر (كالكرابي البالغ Adult Pike والفرخ الأسود Black Bass) يميل للوحدة Solitary.

تاسعاً : طبقاً للشكل الخارجى :

أ - من حيث تكوين الجسم الظاهري : تختلف الأسماك في أشكالها من انسيابية (ثونة) ، إلى مضغوطة (بلطي) ، ومبطوطة (قوايع) ، وثمانية (حنشان) ، وخطية (أنبوبية) ، وسهمية (مكرونة) ، وغير ذلك وهناك أسماك تشبه البقر أو الحصان أو الأرنب أو الديك أو رأس الثور ، ونحو ذلك.

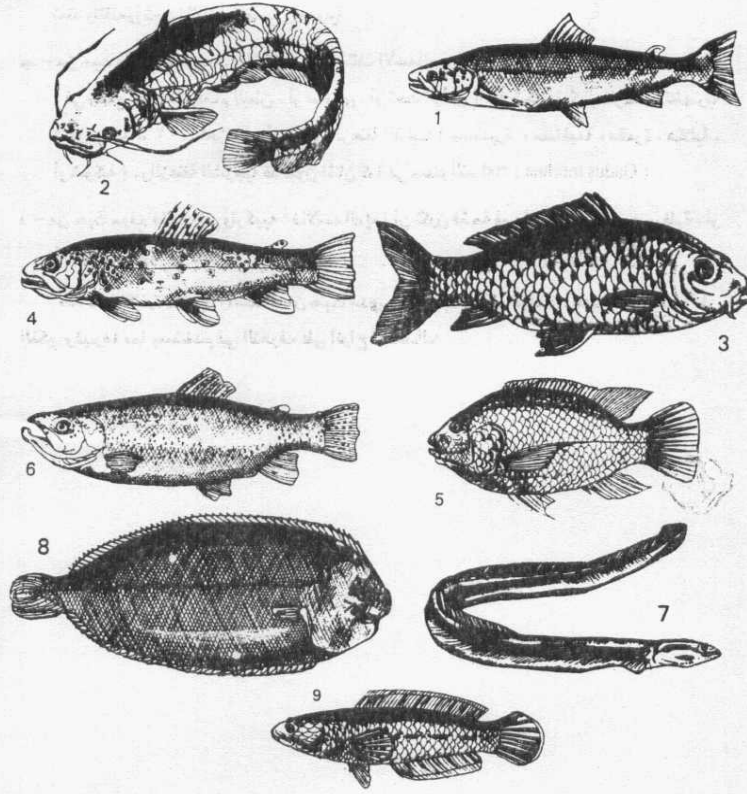
ب - من حيث اللون : فتختلف الأسماك من حيث لون الجسم وطران التلوين ، هناك أسماك بيضاء ، وأخرى زرقاء ، أو بها مناطق ملونة بالأحمر أو الأسود أو البرتقالي : أو منقطة ، أو مخططة ، وغير ذلك مما يميز الأنواع المختلفة عن بعضها . وقد تتباين ألوان السمك نفسه كنوع من محاكاة البيئة في قاع

البحر (كما في الجوربي وبعض أنواع القوايع) وهذا يتوقف على خلايا صبغية خاصة في الجلد تمتد وتتقلص تحت تأثيرات عصبية وهرمونية .

ج - من حيث مكان وشكل بعض الزعانف : إذ تختلف الأسماك من حيث مكان توزيع الزعانف الحوضية (في وضع بطني ، أو أمام البطن ، أو صدري ، أو تحت الرأس) ، أو شكل وتركيب الزعنفة الظهرية (جزء واحد أو ٢ - ٣ أجزاء) ، أو شكل الزعنفة الذيلية (مستديرة ، مستقيمة ، مقعرة ، هلالية ، أو شوكية) ، والزعنفة الشرجية قد تكون اثنان كما في سمك القد (*Gadus morhua*) .

د - من حيث موقع فتحة الفم وتركيبه : فالأسماك إما أن تكون فتحة فمها سفلية ، أو تحت سفلية ، أو أمامية ، أو علوية .

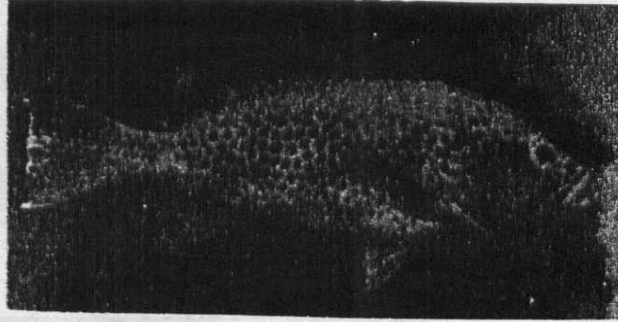
هذا عدا الاختلاف بين الأسماك من حيث مدى وجود الفك وشكل الأسنان وعددها وتوزيعها على الفكين وغيرها مما يستخدم في التعرف على أنواع الأسماك



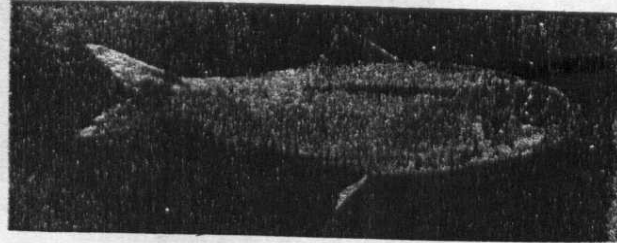
- | | | |
|---------------------------|-----------|-------------------|
| ١ - سالمون | ٢ - قرموط | ٣ - مبروك |
| ٤ - تراوت بنى | ٥ - بلطى | ٦ - تراوت قوس قزح |
| ٧ - ثعبان السمك (حنشان) | ٨ - موسى | ٩ - رأس الحية |

نماذج لأشكال الجسم والزعنفة الظهرية والزعنفة الذيلية والزعنفة الحوضية
ومواضع فتحات الفم المختلفة في الأسماك .

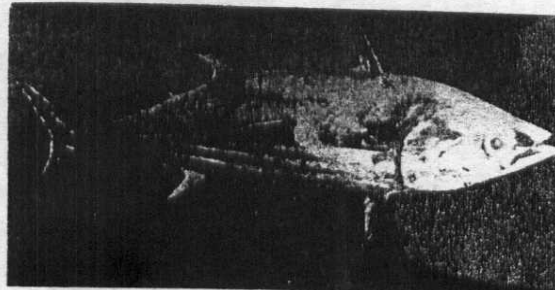
أشكال مختلفة للزعنفة الذيلية



كشرطينة *Epinephalus megachir*



سردين بخط أصفر *Sardinella jussieu*



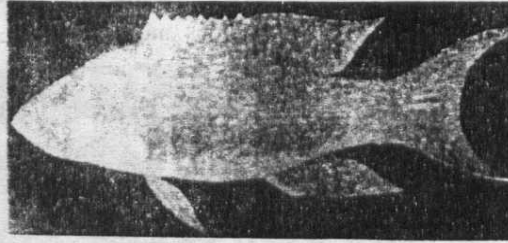
تونة مخططة *Euthynnus pelamis*



سياف البحر (سيف) *Xiphias gladius*

كشر شريف

Variola louti



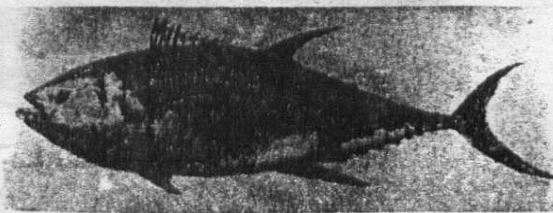
الفرسة

Istiophorus gladius



تونة صفراء

Germo albacora



اختلاف أشكال الزعانف والفم والجسم للأسماك

الفصل الثالث أهمية وقيمة الأسماك

أولاً : كغذاء للإنسان :

يقول الرسول الكريم صلوات الله وسلامه عليه وعلى آله : « أحلت لنا ميتتان ودمان : السمك والجراد والكبد والطحال » ، كما قال صلى الله عليه وسلم عن البحر : « هو الطهور ماؤه ، الحل ميتته » . كما أحل أكل جميع الحيوانات البحرية كيفما وجدت - حية أم ميتة - بتصريح المولى عز وجل في أكثر من سورة وآية قرآنية ، فيقول تعالى : « أحل لكم صيد البحر وطعامه متاعاً لكم » (المائدة : ٩٦) ، ويقول سبحانه : « وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحماً طرياً وتستخرجوا منه حلية تلبسونها » (النحل : ١٤) ، وفي القرآن إشارة كذلك لكل ما يقيد الإنسان في لبسه وزينته مما يستخرجونه من البحر بل ومن الماء العذب كذلك ، إذ يقول جل شأته : « وما يستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحماً طرياً وتستخرجون حلية تلبسونها » (فاطر : ١٢) .

وتلعب الأسماك دوراً هاماً في إمداد الشعوب بالبروتين الحيواني ، خاصة في الدول النامية ، ففي آسيا تشكل الأسماك حوالي ٣٠٪ من البروتين الحيواني المستهلك ، وبإجراء دراسة موسعة في غانا وما لاوى وجد أن استهلاك الأسماك أكبر في الجماعات منخفضة الدخل من السكان بمعدل ٢-٣ مرات أكثر من استهلاك اللحوم ، وهذا يتوقف طبيعياً على مدى وفرة الأسماك ومنتجاتها وأسعارها وجودتها ، والسمك بجانب كونه مصدراً للبروتين الحيواني ، فهو مصدر للدهون الضرورية والفيتامينات والمعادن ، فكيلو السمك يغطي احتياجات الفرد من اليود لمدة ٥٠ يوماً .

وتدخل الأسماك في كثير من الأطباق الشعبية ، فقد تضاف إلى المرققة ، أو تخمر لعمل عصير Sauce ومعجون Paste ، ويعمل من السمك المجفف دقيق ، كما يؤكل السمك في شكل مملح ومخبز ومحمّر ومشوى ومطبوخ ومعجون وسجق ولحم وعصير ، سواء كان هو أو في منتجات منفردة أو كإضافات لمعدي من الوجبات والأطباق سواء طازجاً أو مجمداً أو معلباً . كما يستخدم زيت السمك ، والبطارخ أو الكافيار Caviar الذي يستخرج من البورى ويطلق عليه بوتارجو Botargo ، أو من السالمون ويطلق عليه كافيار أحمر ، أو من الحفش Sturgeon ويطلق عليه كافيار أسود ، أو من أي نوع ويطلق عليه بطارخ سمك Fish Roe ، وهو بيض السمك المحفوظ بالتعليق أو التمليح والتخمر .

دور السمك كمصدر بروتين في غذاء سكان العالم (FAO,1990)

بروتين السمك بالنسبة للبروتين الكلى المستهلك	بروتين السمك بالنسبة للبروتين الحيواني المستهلك	
٥.٣	١٥.٥	العالم
٤.٢	١٩.٥	إفريقيا
٣.٤	٥.٨	أمريكا الشمالية والوسطى
٣.٦	٨.٠	أمريكا اللاتينية
٥.٨	٢٩.٣	آسيا
٤.٥	٨.١	أوروبا
٨.٦	١٧.١	الاتحاد السوفيتي (سابقا)

وبروتين السمك عالى القيمة الحيوية ٩٣٪ (من قيمة لبن الأم) بينما لبن البقر قيمته الحيوية ٨٩٪ ولحوم ذوات الدم الحار ٨٧٪ .

ودهن السمك غنى بالأحماض الدهنية الضرورية التى تخفض من تركيز كوليسترول دم الإنسان خاصة فى أسماك الماء البارد كالرنجة والماكريل .

ويختلف التركيب الكيماوى للسمك باختلاف نوع السمك (دهنى ، نصف دهنى ، لحمى) ، وتركيب العضلات (بيضاء ، حمراء) ، وموقعها ، والحالة الفسيولوجية (موسم التكاثر) ، والجنس والعمر وموقع الصيد وموسميته . ولكن بشكل عام فإن تركيب السمك من المغذيات المختلفة يتراوح ما بين ٦٤-٨٤٪ رطوبة ، ١٥-٣٠٪ بروتين ، ١.١-٢.٤٪ دهون ، ٠.٨-٢٪ رماد ، وحوالى ٠.٣٪ كربوهيدرات .

وقد ترجع هذه الاختلافات لتباين ظروف البيئة (غذاء - تيارات - حرارة - أملاح) .

فالعوامل المؤثرة على التركيب الكيماوى للسمك منها مثلا :

١ - **الصنف** : فهناك أصناف لحمية كالفاروس والمرجان والبياض والبلطى ، وأخرى نصف دهنية كالدنيس والسردين والبورى والطويار ، وأسماك دهنية كالثعبان والميأس . وهناك أنواع تمتاز بسرعة ترسيب الدهن عن أنواع أخرى .

٢ - **موسم الصيد** : تتباين الأسماك فى تركيبها من الطاقة والبروتين والفيتامينات بتباين مواسم صيدها . وقد لا يختلف التركيب فى أسماك أخرى على مدار العام .

٣ - **الجزء المختار** : العضلات البيضاء (بروتينية) والحمراء (دهنية) مختلفة التركيب ، كما يختلف تركيب الجانبين الأيمن والأيسر لنفس السمكة خاصة فى محتواه من الدهنى ، ويزيد محتوى العضلات

الحمراء بفيتامين (B) ومركب ثالث ميثيل أمين أكسيد (TMAO) وبالهستيدين عن العضلات البيضاء . كما يتركز حمض الاسكوربيك في طحال السمك ثم الكلى فالغدد الجنسية Gonads والكبد والمخ والعين . وأقل تركيز وجد في القلب والدم .

٤ - **الملوحة** : زيوت الأسماك المالحة أغنى في الأحماض الدهنية طويلة السلسلة عديدة عدم التشبع عنها في زيوت أسماك المياه العذبة ، كذلك فأسماك الماء المالح أغنى في محتواها المعدني وفيتامين (D) ومركب (TMAO) عنه في أسماك الماء العذب .

٥ - **الجنس** : قد يلعب دور في التركيب الكيماوي ويختلف تأثيره باختلاف الأنواع والأعمار والأحجام والحالة الفسيولوجية .

٦ - **الحالة الفسيولوجية** : يختلف تأثيرها باختلاف الجنس والنوع ، فيزيد بروتين الإناث في بداية مرحلة **النضج** في الذكور ويتغير الوضع بعد انتهاء وضع البيض إذ يزيد بروتين الذكور عن الإناث . وقد يزيد الدهن في الأسماك عند اكتمال النضج الجنسي .

٧ - **العمر** : يتوقف محتوى السمك من البروتين والدهن والهستيدين و TMAO وفيتامين (A) والكالسيوم على العمر ، إذ تزيد بزيادته ويزيد الوزن أو الحجم . وقد ينمكس الوضع في بعض الأسماك من المياه العذبة فيقل محتوى الأسماك الأكبر حجما من الطاقة عنه في الأسماك الأصغر حجما من نفس النوع .

وتصنف الأسماك بصفة عامة ٤٠-٨٠٪ حسب العمر والحجم والجنس والتغذية وموسم الصيد والحالة التناسلية والنوع ، وهذه العوامل مسئولة كذلك عن نسبة البروتين والدهن . ونسبة البروتين ترتبط عكسيا بنسبة الدهن وإيجابيا بنسبة الرطوبة ، لذلك فنسبة البروتين أعلى في الأنسجة البيضاء عنه في الأنسجة الحمراء ، بينما العكس صحيح بالنسبة للدهن الذي يزيد في الأنسجة الحمراء للسمك عنه في الأنسجة البيضاء . وتزداد نسبة بروتين العضلات في الصيف عنها في الشتاء لانخفاض استهلاك الطف في الشتاء وتحتوى لحوم الأسماك على جميع الأحماض الأمينية الضرورية ، وتتركز هذه الأحماض في لحوم الأسماك الغضروفية بتركيزات أعلى منها في الأسماك العظمية ، وصوما تتواجد هذه الأحماض في الأسماك بنفس النسب التي يتطلبها جسم الإنسان تقريبا ، لذا يعتبر بروتين السمك من البروتينات الكاملة عالية القيمة البيولوجية . وقد تصل نسبة البروتين الكلى في السمك إلى أعلى من ٧٠٪ ووزن جاف .

كما يرتبط بروتين وما ورماد أنسجة السمك (خالية الدهن) بشدة مع بعضها البعض وكذلك مع الطول الشوكي للسمك ، ويزيد محتوى جسم السمك من كل من الدهن والبروتين والطاقة بانخفاض محتواه المائي (بزيادة الطليقة) ، ويرتبط محتوى جسم السمك من الطاقة (حسابيا) مع محتواه الدهني . ويمكن حساب تركيب السمك الحى من قياس وزن السمك وطوله (باستخدام معاملات تحويل) ، إذ تزداد كل من المكونات الكيماوية والأنسجة بطريقة منظمة لتبدو العلاقة ثابتة مع وزن الجسم . ولم يشر إلى الكربوهيدرات لانخفاض نسبتها جدا (٠.٥ ٪ من وزن جسم السمك) .

كما يرتبط التركيب المعدني بوزن (نمو) السمك كما في حالة الكالسيوم ، بينما هناك عناصر أخرى

تظل تركيزاتها ثابتة وعناصر غيرها تقل أو تزيد بتقدم العمر (الحجم) .

أما دهون السمك فقد تنخفض عن ٨٪ كما في أسماك الهادوك Haddock والقُد أو ترتفع إلى ٤٤٪ كما في السردين (على أساس الوزن الجاف) . وهناك علاقة عكسية بين محتوى الدهن والماء في عضلات السمك ومجموعهما كنسب مئوية يكون حوالي ٨١٪ .

ودهن السمك أهم مصادر طاقته المخزنة التي تستخدم أثناء النضج الجنسي والصيام والهجرة . ويزداد الدهن (٪ من وزن الجسم) بزيادة العمر والوزن والتغذية . ويخزن الدهن في صورة دهون حقيقية ولحد قليل في صورة فوسفوليبيدات وستيرولات وأسترات وشموع وأحماض دهنية حرة ، باستثناء البوري الذي يشكل أستر الشمع مصدر طاقة رئيسي له . ودهن السمك أكثر حركة Dynamics من بروتينة إذ لا تتغير نسبة البروتين في السمك إلا قليلا خلال السنة . ودهن العضلات الحمراء في السمك يخزن في الخلايا وخارجها بينما دهن العضلات البيضاء يسود خارج الخلايا .

ويرتفع محتوى دهن الذيل والعضلات الحمراء (الغنية بالفوسفوليبيدات الكلية) ، ويتركز الدهن في الكبد ، وتزيد نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة في أسماك المياه المالحة عنه في زيوت أسماك الماء العذب . وأهمية دهن السمك ترجع لمحتواه من الطاقة والأحماض الدهنية الضرورية والفيتامينات الذاتية في الدهن ، ويستخدم للتغذية والعلاج وصناعة المسلي والبويات .

وتتميز دهون الأسماك بارتفاع محتواها من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة (أكثر من ١٨ ذرة كربون) والتي منشأها القشريات (Copepods) المأكولة . وتستخدم دهون الأسماك في كثير من أغذية الإنسان والحيوان في شكل :

- ١ - شرائح أسماك ، وأغذية سمكية مصنعة .
- ٢ - مسحوق سمك (مركّزات بروتين سمك) .
- ٣ - سيلاج سمك .
- ٤ - زيت السمك .
- ٥ - زيت السمك المهدرج جزئيا ، والمحمض والمهدرج جزئيا .

وتتقارب الأسماك في نسبة الفوسفوليبيدات (بالنسبة للدهون الكلية والمتعادلة) التي تعتبر ثابتة نسبيا ، لكن تتباين الأسماك في محتواها من الليبيدات الكلية والمتعادلة ، وهناك ارتباط شديد بين محتوى الدهن الكلية والمتعادلة . والأسماك اللحمية Lean تخزن الدهن أساسا في الكبد ، بينما الأسماك الدهنية Fatty تخزن الدهن في العضلات . والسمك اللحمي يكون دهن عضلاته أساسا فوسفوليبيدات ، بينما السمك الدهني يحتوي أنواع أسماك الأعماق البحرية Pelagic المستخدمة في إنتاج مسحوق السمك الذي يخرج حوالي ٤٠٪ من دهن السمك ، بينما ٦٠٪ من الدهن تضغط وتستخلص كزيت سمك كلها تقريبا جليسيريدات ثلاثية . بينما الأسماك اللحمية ينتج عنها مسحوق السمك الأبيض (قليل الدهن) .

ومعامل هضم زيت السمك مرتفع ويصل إلى ٩٤٪ في الدواجن ، ٨٤٪ في الأغنام ، ٧٩٪ في أسماك التراوت ، ويُنخفض هضمه عند هدرجته جزئيا . ويتوقف هضم زيت السمك على طول سلسلة الأحماض الدهنية ودرجة عدم تشبعها ، إذ ينخفض هضمه بزيادة أطوال سلاسل الأحماض الدهنية ، بينما يزيد

بزيادة عدم التشبع .

ولقد وجد أن الأحماض الدهنية طويلة السلسلة عديمة التشبع عند ذرة كربون رقم (٣) تعتبر ضرورية غذائيا للأسماك لنموها وتناسلها (بل ضرورية كذلك لنوات الدم الحار) ، وهي أحماض عديدة الإيثيلين من عائلة اللينولينيك ومتوفرة بتركيز عال في زيت السمك . ولغنى زيت السمك بالأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فهي سهلة الأكسدة ، مما يؤثر على السمك المغذى على علائق بها زيت سمك مؤكسد ، فتتظهر حالات نفوق وانخفاض في النمو وأعراض نقص فيتامين (هـ) ، ويمكن خفض هذه الأعراض عند إضافة مضادات الأكسدة مثل الاثوكسي كوين Ethoxyquin وفيتامين (هـ) . وينبغي إضافة مضادات الأكسدة عند إنتاج زيت السمك وتعبئته . وخطورة الأكسدة ترجع لإنتاج البيروكسيدات وليس لوجود الأحماض الدهنية الحرة ، وعليه فلا يعتبر قياس الأحماض الدهنية الحرة مقياسا للحكم على جودة وصلاحية دهون السمك . . .

ولارتفاع محتوى دهن السمك من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تأثير مخفض لمستوى كوليستيرول الدم ، وبالتالي فالتغذية على الأسماك تخفض من احتمالات الإصابة بمرض تصلب الشرايين .

كما تحتوي الأسماك (وأساسا في الكبد) على فيتامينات أ ، د ، ويكم أكبر في الأسماك البحرية عن الأسماك النهرية ، كما تحتوي الأسماك كذلك على فيتامينات هـ ، ك ، ج (السالمون) ، ب المركب .

كما أن السمك غني بالكالسيوم والحديد واليود خاصة الأنواع البحرية منها ، كما يوضح ذلك الجدول التالي :

تركيب الأسماك من المغذيات المختلفة لكل ١٠٠ جرام وزن مأكول

السمك	طاقة كيلو جول	بروتين جم	دهن جم	كوليستيرول مجم	صوديوم مجم	بوتاسيوم مجم	كالسيوم مجم	فوسفور مجم	حديد مجم	فلور مجم	يود ميكرو جرام
ثعبان السمك	١١٧٦	١٥.٠	٢٤.٥	٧.٠	٦٥	٢١٧	١٧	٢٢٣	٠.٦	٠.١٦	٤.٠
تراوت	٤٢٨	١٩.٥	٢.٧	٥٥	٤٦٥	١٨	٢٤٢	١٠.٠	٠.٠٣	٣.٠٢	٣.٠٢
رنجة	٩٨١	١٦.٨	١٨.٥	٦.٠	١١٧	٣٦٠	٢٤	٢٥٠	١.١	٠.٣٥	٥٢.٠
شرائح رنجة في طماطم	٨٥٧	١٤.٨	١٥.٠	٤٢	٥٢٦	٣٥٢	٤٩	١٩٠	١.٩	—	—
مبيوك	٤٨٣	١٨.٠	٤.٨	—	٤٦	٣٠.٦	٢٩	٢١٦	١.١	٠.٠٣	١.٧
قزموط	٣٧٠	١٥.٨	٢.٨	١.٥	٢٨٢	٢٠	١٧٩	١.٠	٠.٠١	—	—
كافيار	١١٠٠	٢٦.١	١٥.٥	٣٠٠	٢٢٠٠	١٦٤	٢٧٦	٣٠٠	١.٤	—	—
لحم السرطان معلب	٣٦٥	١٨.٠	١.٧	—	٣٥٦	٢٩٦	٤٥	١٨٠	٠.٨	—	—
ماكرويل	٧٥٦	١٨.٨	١١.٦	—	١٤٤	٣٥٨	٥	٢٢٨	١.٢	٠.١٥	٧٤.٠
ماكرويل مسخن	٩٢٢	٢٠.٧	١٥.٥	٢٢	٢٦١	٢٧٥	٥	٢٤٠	١.٠	—	—
سردين في زيت معلب	١٢٧٧	٢٠.٦	٢٤.٤	—	٥١٠	٥٦٠	٣٥٤	٤٢٤	٣.٥	—	—
لسان البحر	٣٤٩	١٧.٥	١.٤	٦٠	١٠٠	٣٠٩	٢٤	١٩٥	٠.٨	—	١٧.٠
تونة في زيت	١١٨٩	٢٣.٨	٢٠.٩	٤٢	٣٦١	٣٤٢	٧	٢٩٤	١.٢	—	٥٣.٠
سمك حبار	٢٨٦	١٥.٣	٠.٨	١٧٠	—	٢٧٢	٢٧	١٤٣	٠.٨	—	—

ثانيا : كغذاء للحيوان (والإنسان) :

توجه أنواع معينة من الأسماك والتي لا يتغذى عليها الإنسان ، بجانب فضلات الأسواق ومخلفات المصانع المختلفة إلى صناعات مختلفة منها : استخلاص الببتون ، وإنتاج مساحيق وأكساب السمك ، وبروتين السمك السائل أو المتحلل ، وسيلاج السمك ، وزيت السمك ، وخلافها .

وتبلغ فضلات السمك كنسبة مئوية من الإنتاج الكلى حوالى ١٥٪ للسردين ، ٣٠٪ من الماكريل والرنجة ، ٣٤٪ من السالمون ، ٤٢٪ من القراميط ، ٦٥٪ من التونة ، ٨٢٪ من الجمبرى .

وينتج مسحوق السمك بالطبخ (لتسهيل الكبس وفصل الزيت والماء الزائد) ثم الكبس (العصر) والتجفيف وإضافة موانع الأكسدة . وقد يصنع مسحوق السمك من نفايات السمك Trash Fish التي تصاد وليس لها قيمة تسويقية ، أو أن يستخلص منها البروتين ويركز في مسحوق أبيض عديم الرائحة غنى بالبروتين يمكن به إغناء الحبوب (وقد يصنع منه خبز ويسكوت) ومن بروتين السمك يمكن إنتاج نواتج التحليل كالبروتيوزات والببتونات والبيبتيدات والأحماض الأمينية ، وذلك باستخدام الإنزيمات المحللة للبروتين كالباباين Papain والبانكروتاتين Pancreatin أو بالتحليل الحامض .

ونواتج تحليل بروتين السمك Fish Protein Hydrolysates ذات قيمة غذائية عالية وسهلة الهضم وعالية الطاقة (مناسبة للرضع والناقصين) كما يمكن إنتاج الببتون من عفاشة السمك بجودة عالية تلائم الأغراض البكتريولوجية ، أو قد تستخدم العفاشة في عمل صلصة السمك ، وعجينة السمك ، وبروتين السمك السائل Liquefied Fish Protein أو سيلاج السمك كطيف حيوانى وذلك بفرم السمك أو مخلفاته وخطها بحمض الفورميك المركز ٨٥٪ بمووله ٣٪ بالوزن ويحفظ في جرادل مغطاة على درجة حرارة الغرفة حتى يسيل السمك . وقد يصنع من السمك مساحيق وكسب مملح ومجفف .

ويستخلص الزيت من كبد الأسماك (القروش والراى والتونة وغيرها) أو من عضلاتها (كالسردين) كمصدر للفيتامين (١) . والزيت منخفض الجودة يستخدم في الطلاء وصناعة المطاط الصناعي وأحبار الطباعة والراتنجات والتشعيم والصابون والمنظفات وأنوات التجميل والمبيدات . ويوجه مايزيد عن ثلث محصول العالم من الأسماك إلى أغراض التصنيع (وأهمها مساحيق وزيت السمك لتغذية الحيوانات المختلفة) .

ثالثا : كزينة :

تبلغ الأسماك صغيرة الحجم ١٠٪ على الأقل من الأسماك العظمية ، وهي الأقل من ١٠ سم أقصى طول ، وقد يرجع صغر حجمها لمرضها للافتراض بشدة فهي غذاء للأسماك المفترسة . وكثير من أنواع الأسماك صغيرة الحجم صالحة لتغذية الإنسان ، كما يستخدم بعضها في التحكم في الناموس ومنها الجامبوزيا Gambusia affinis التي تنقل إلى كثير من المناطق الحارة من العالم وذلك من موطنها الأصلي

في أمريكا الشمالية في ولايات الخليج Gulf States لهذا الغرض . ومن فوائد هذه الأسماك الصغيرة ، كذلك أنها مناسبة جداً لغرض الأبحاث كحيوانات معمل وتجارب ممتازة .

ولقد أصبح اقتناء هذه الأسماك الصغيرة في أحواض زينة يتزايد بشدة مما أدى إلى رواج صناعة أسماك الزينة بمتطلباتها ، سواء من السمك أو الأجهزة المستخدمة في اقتنائه ورعايته ، فهي تجارة رابحة في الدول المتقدمة ، كما تعتمد كثير من الدول النامية الاستوائية لحد ما على تجارة أسماك الزينة . كما يستفيد الباحثون والعلماء من هذه التجارة التي توفر لهم الأحواض والأسماك ومستلزمات رعايتها لاستغلالها في إجراء البحوث العملية . وتوجد أسماك الجامبوزيا في بحيرة أدكو في مصر .

وتعمل ألوان وأشكال وحركات وعادات الأسماك الصغيرة إلى جذب انتباه محبي أحواض الزينة في مختلف بلاد العالم . وعادة يستسهل تربية الأسماك من المياه العذبة لسهولة تربيتها ونقلها ، لكن يتقدم نظم تكوين المياه المالحة صناعياً والمحافظة عليها فقد ازدادت شعبية الأسماك البحرية للزينة . وهناك مايزيد عن ألف نوع من أسماك المياه العذبة مستخدمة للزينة من بينها الأسماك الولودة من عائلة الجامبوزيا ، وكذلك معروف ومتداول أكثر من عشرين عائلة من الأسماك البحرية للزينة من بينها أسماك ديك البحر والسنجاب والفراشة ، إلا أنه هناك حظراً من بعض الدول على بعض أنواع الأسماك خوفاً من انقراضها أو لخطورتها على الإنسان والبيئة .

وأهم مراكز إنتاج أسماك الزينة Ornamental Fishes هي ألمانيا وإنجلترا وهولندا والدنمارك وبلجيكا واليابان وهونج كونج وسنغافورة والولايات المتحدة ، وتشكل الأخيرة حوالي ٥٠٪ من جملة السوق العالمية ، إذ بها حوالي ٢ مليون هاوى ، ويبلغ الإنفاق الأمريكى سنوياً على أحواض السمك ومستلزماتها حوالي ٧٠٠ مليون دولار ، وأكبر مركز تربية فردية في العالم لأسماك الزينة يوجد في ولاية فلوريدا ، فيها حوالي ١٥٠ مزرعة للسمك القلبي تنتج حوالي ٩٧ مليون سمكة (عام ١٩٧٢) ، وتستورد بالإضافة إلى ذلك ٥٢ مليون سمكة زينة بإجمالي يقدر بـ ٣٠٠ مليون دولار . وقد بلغت قيمة تجارة التجزئة في الأسماك الحية المستخدمة للزينة في العالم عام ١٩٧٣ حوالي ٤ بليون دولار بما في ذلك المعدات المكملة لها .

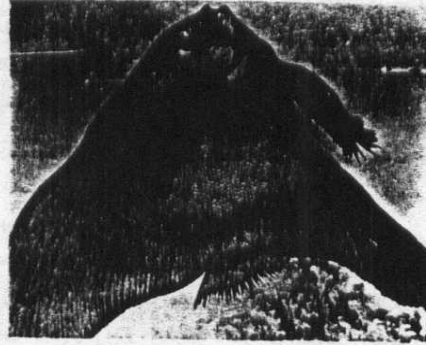
وأسماك الزينة متعددة المصادر ، لذلك فإعداداتها متباينة ومتطلباتها البيئية مختلفة ، لذلك فليس من الممكن توفير ظروف مناسبة في حوض واحد لأنواع عديدة من أسماك الزينة ، فبعضها يتطلب مواسفات مياه خاصة ، وبعضها عدواني الصفات مما يستوجب حفظها منفردة أو مع أفراد من نفس النوع . ومعظم أسماك الزينة من أسماك المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والتي يزيد عددها عن ٦ آلاف نوع وإن كان الشائع منها لايتجاوز ألف نوع . ومصادرها الطبيعية في آسيا (تايلاند ، الفلبين ، ماليزيا ، أندونيسيا ، اليابان ، كوريا) وأمريكا اللاتينية (بيرو ، كولومبيا ، البرازيل ، فنزويلا) وإفريقيا (نيجيريا ، مالاوي ، بورندي ، زائير) . إلا أن بلداناً أوروبية (بلجيكا وألمانيا) وآسيوية (هونج كونج وسنغافورة وتايوان) تستورد أغلب الأسماك من مناطق أخرى وتعيد تصديرها كوسيط بعد تربيتها أو تكاثرها صناعياً .

وينبغي فى حوض السمك Aquarium المنزلى ألا يواجه ضوء الشمس المباشر (لمنع تكاثر الطحالب)
وآلا يقترب من موقد ، وآلا يوضع فى مسار تيار هوائى لأنه يحتوى أسماك استوائية . وتكون أحواض
التربية بأبعاد وسعات مختلفة ، فمثلا يمكن تصميمها بأبعاد ٦٠ × ٢٥ × ٤٠ أو ٨٠ × ٢٦ × ٢٨ أو ٨٠ ×
١٠ × ٥٠ أو ١٠٠ × ٣٠ × ٤٠ سم (طول × عرض × ارتفاع) وعليه لمبة بنفسجية نيون (فلورسنت) ٢٠
وات أو ١٠٠ × ٤٠ × ٥٠ سم ولمبة ٢٥ وات أو ١٣٠ × ٥٠ × ٥٠ سم وعليه لمبة ٤٠ وات . وتفضل الأحواض
التي لا تقل سعتها عن ٩٠ لترا على الأقل بأبعاد حوالى ٦٠ × ٣٥ × ٣٧.٥ سم .

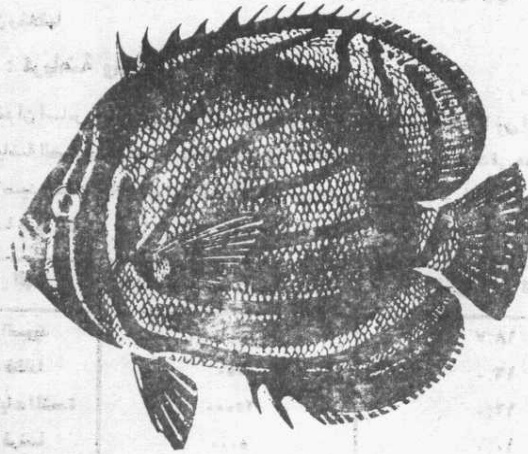
وتتطلب الأسماك البحرية أحواضا أوسع من الأسماك النهرية . وكلما ازداد عمق الحوض يزداد
زجاجه فى السمك ، فالحوض عمق متر يكون سمك جدرانه ١٣ مم ، وقد يستخدم البلاستيك بدلا من
الزجاج فى صنع الأحواض .

وتملأ الأحواض بماء عذب (ماء صنبور بعد تهويته ٢٤ ساعة لطاير الكلور) أو ماء مالح صناعى
(يضاف الملح المخلوط على الماء العذب لإنتاج ماء مالح صناعى وتقدر كثافته بالهيدروميتر لضبطها ما بين
١.٠٢٥ - ١.٠٢٠ على درجة حرارة ٢٥°م وتعديل بإضافة مخلوط الملح أو بتخفيفها بماء عذب حسب
الكثافة) ، حسب نوع السمك .

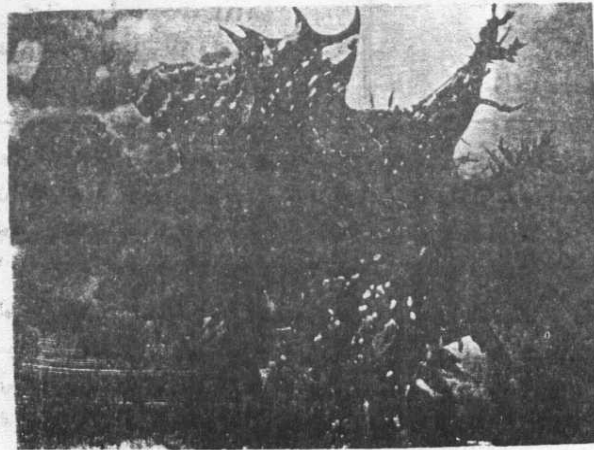
وتتغذى أسماك الزينة على الغذاء الحى كدود الأرض أو اللافنيا أو بيض الجمبرى أو يرقات
البعوض ، وكذلك على الغذاء المجفف من السمك والذباب وغيرها ، وأيضا على قطع صغيرة جدا من
الخبز ، كما أن الطحالب من أغذية صفار أسماك الزينة . ويجب تجنب مصادر التلوث من أن يصل الحوض
السمكى صابون أو منظفات أو معطرات جو أو مبيدات أو زيت دهان أو سليكون لصق الزجاج وغيرها .



سمك الخفاش المستدير (زينة)
Orbiculate Batfish (Platax orbicularis)



سمك الفراشة (عروسة البحر)
Meyer's Butterfly Fish (Chaetodon meyeri)



سمك السرجاسى (اطلنطى)
Sargassum Fish (Histrio histrio)

نماذج لأسماك الزينة

وأحواض سمك الزينة لاتوضع فقط في المنازل والمكاتب والمحلات ، بل يمكن وضعها في المدارس والحدائق وخلافها .

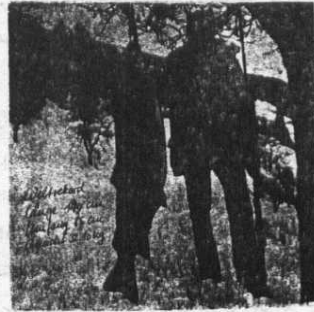
رأبها : كرياضة وترفيه :

رغم أن أساس عملية الصيد هو بغرض توفير الغذاء ، فإنها تطورت حديثا في البلدان الصناعية بهدف رياضة الصيد أو الصيد للاستجمام Recreational Fisheries ، لذلك صدرت في هذه البلدان قوانين تحد من صيد السمك تجاريا من أجل المحافظة على مخزون سمكي مناسب في المياه الداخلية لاستخدامه في رياضة صيد السمك . وفيما يلي تعداد لاهواز صيد الأسماك في بعض البلدان :

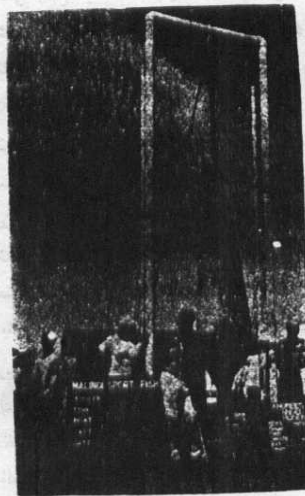
البلد	عدد الصيادين الهواة بالآلاف	النسبة المئوية من تعداد السكان
السويد	١٥٠٠	١٨.٧
فنلندا	٧٥٠	١٦.٠
الولايات المتحدة	٢٥٠٠٠	١٢.٠
فرنسا	٥٠٠٠	١٠.٠
النرويج	٧٤٢	٦.٤
الدانمارك	٣٠٠	٦.١
كندا	١٣١١	٦.٠
المملكة المتحدة	٢٨٠٠	٥.٨
سويسرا	٢٥٠	٤.٠

ويكفي أن تعلم أن إجمالي الإنفاق على رياضة صيد الأسماك (معدات الصيد والتراخيص والإنتقال إلى ومن أماكن الصيد) يتراوح ما بين ٤٠٠ إلى ٥٠٠ مليون دولار في السنة في بريطانيا ، وحوالي ١٨٨ مليون دولار في كندا . ويصيد الهواة كميات كبيرة من الأسماك تقدر ما بين ٢٠ و ١٠٠ ألف طن في فرنسا ، ١٢-١٠ ألف طن في فنلندا ، ٤٤٠ طن تقريبا في بلجيكا سنويا .

ولهذه الرياضة تنفرد السيلاقات البحرية لصيد أنواع نادرة أو لتسجيل أكل وذئ سمكة يتم صيدها . فهي وسيلة لشغل وقت الفراغ ، ولها استثمار كبير نتيجة الإنفاق على لوازم الصيد من قوارب وألات ومعزل وسفر وأكل وإقامة ، وكلها يعمل على الرواج السياحي والتجاري حلوة على القيمة النقدية والغذائية للأسماك المصيدة . ولهذا تصدر مجلات متخصصة لرياضة صيد الأسماك في البلدان المتقدمة صناعيا



رقم قياسى عالى طول ١٤٤سم ،
محيط ٨٥ سم ، وزن ٣٢.١ كجم
ميوكة وزن ٢٧ رطل



سمكة زنة ٨٢٨ رطل فى سباق صيد

بشكل دورى منتظم للتعريف بالأنواع السمكية (شكلها وأوزانها وتكاثرها وتغذيتها وأمراضها وانتشارها . إلخ) ومواعيد صيدها ، وأدوات صيد الأسماك للهواة وتطورها والجديد فيها ، والأوزان القياسية الجديدة في صيد الأسماك ، ومواعيد وأماكن لقارات هواة صيد السمك ، والمعارض ، والأغذية ، والمقايير ، ومذكرات ومشاهدات كبار الهواة من المشاهير ، بجانب الدراسات البيولوجية والبيئة والمرضية .

خامساً : كوسيلة مقاومة بيولوجية :

من استخدامات السمك كذلك مكافحة الحشرات والعشائش والأسماك الأخرى .

1 - فلمقاومة الطفيليات الناقلة للأمراض تستخدم أساساً أسماك الجامبوزيا من نوع *Gambusia affinis* وكذلك أسماك من نوع *Lebistes reticulatus* لمكافحة يرقات البعوض الناقل للملاريا . وتسمى سمكة الجامبوزيا لذلك بسمكة البعوض *Mosquito Fish* والتي لاتخفض من وجود البعوض فقط بل تقاوم كذلك اللافقاريات المائية الأخرى كالحشرات المفترسة والهوام الحيوانية ، وخفض كثافة الحشرات المفترسة هكذا يخفض من معدل نفوق البعوض بفعل هذه الحشرات ، إلا أن خفض الهوام الحيوانية يزيد معدل الافتقار للسمك على البعوض ، كما يؤدي كذلك خفض الهوام الحيوانية - بفعل الجامبوزيا - إلى زيادة معدل افتقار الحشرات المفترسة . أى أن نجاح التحكم في البعوض ينشأ من التأثير السلبي المباشر للجامبوزيا عن آثارها الموجبة غير المباشرة على البعوض .

وهناك أسماك تتغذى على قواقع المياه العذبة ، وبذلك تقضى على العائل الوسيط لطفيليات الإنسان . ومن هذه الأسماك آكلة الرخويات عائلة السكليدى الإفريقية ومنها *Astatoreochromis aluauudi* المقاومة للقواقع العائلة لطفيل البلهارسيا ، وكذلك أسماك بلطى والمبروك الأسود أو مبروك الطين الآسيوى *Mylopharyngodon piceus* .

ب - مقاومة الأعشاب المائية بيولوجيا يمكن عملها بالأسماك آكلة العشب أو النباتات المغمورة ، ومن هذه الأسماك مبروك العشائش *Ctenopharyngodon idella* والمبروك العادى والفضى والإسرائيلى ، إضافة إلى البلطى الموزمبيقى *Tilapia mossambica* والبلطى النيلي *T. nilotica* ، والبلطى الأخضر *T. zillii* والبلطى الرندالى *T. rendalli* بجانب أنواع أخرى من قرموط القنوت والسمك الذهبى خاصة فى المناطق المعتدلة أو فى فصل الربيع ، ويزيد تكاثرها من أعدادها فتؤدى لنتائج مرضية ، إذ أن نجاح هذه الأنواع يتوقف على كثافتها وعاداتها الغذائية ، وهذه الأسماك مأكولة أيضا .

فمبروك العشائش سريع النمو فى أول سنتين من العمر ، إذ تصل الأسماك إلى وزن حوالى ٩ كجم فى هذا العمر ، والأسماك الأكبر من ٦ كجم وزن تستهلك ٢٥ - ٢٨٪ من وزن الجسم يوميا من النباتات المائية . والبلطى الأخضر يمثل ٤٥.٤٪ من طاقة النباتات المائية ويهضم سليولوزها بمعدل ٢٩.٣٪ ومادتها العضوية غير السليولوزية بمعدل ٥٥.٧٪ ووبروتينها ٧٥.١٪ ودهنها ٧٥.٩٪ .

ومن الحيوانات البحرية كذلك التى تتحكم فى نمو النباتات المائية بعض القواقع مثل قوقع *Marisa cornuarietis* وقوقع *Pomacea australis* وققر البحر *Manatees or Sea Cows* (حيوان مائى من

نوات الدم الحار يتنفس الهواء ويعيش في الماء العذب والمالح في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية (ج - وتستخدم الأسماك المفترسة كالكرابي وغيرها للسيطرة على أنواع سمكية أخرى ، مثلاً لافتراس زريعة البلطي للمحافظة على معدل تخزين السمك في الجسم المائي ، أو للرغبة في القضاء على باقي أسماك أحواض صعبة الصرف والتجفيف - التام .

سادساً : كإستخدام علي :

تستخدم الأسماك في الأغراض العلمية ، إذ تستخدم في دراسة علم وظائف الأعضاء Physiology والتشريح Anatomy ، والتطور Evolution ، والبيئة Ecology ، والسموم Toxicology ، والتغذية Nutrition ، والأجنة Embryology ، والتلوث Pollution ، والسلوك Behaviour ، والوراثة Genealogy ولذلك تدخل الأسماك الصغيرة في عديد من التجارب وفي كثير من المعامل للدراسة والبحث كحيوانات تجريبية ممتازة .

سابعاً : في الصناعة :

بجانب الصناعات العديدة سابقة الذكر القائمة على الأسماك ، فهناك أهمية تصنيفية أخرى إذ تحتوي قشور السمك (والقشريات البحرية) الصغيرة على الكيتين الذي يستخدم في أغراض صناعية وزراعية وطبية ، وهذه المادة عبارة عن سكر عديد يوجد في الماء لتحلل القشور طبيعياً . وقد أنتجت اليابان وأمريكا هذا المركب تجارياً باسم شيتازين بمعدل ٦٠٠ طن لاستخدامه في مستحضرات التجميل (كريمات) وخيوط الجراحة وكرقع جلدية في الجراحات وكصق طبي خاص بالحروق ، ويدخل في عمل قوالب الأسنان وفي إثراء البذور غذائياً وفي صناعة التصوير والورق .

أضرار ومخاطر السمك :

رغم اتساع استخدام الأسماك في تغذية الإنسان والحيوان وفي الأغراض الطبية والتصنيعية المختلفة (أحبار - صنوخ وغيرها) باستخدام السمك وزيتيه وجلده وأشواكه وكبدته ، وكذلك في الرياضة والزينة والمقاومة البيولوجية وطعياً ، فهناك على الجانب الآخر بعض المخاطر تنشأ من الأسماك .

١ - فهناك أسماك مفترسة قد تهاجم الإنسان ، ومن بينها أسماك قروش النمر Tiger Sharks مثل قرش رأس المطرقة Hammerhead Shark (Sphyrna zygaena) في بحار المناطق الاستوائية . كذلك تهاجم الإنسان والمراكب أسماك المنقار والمنشار والبركودة ، وأخطرها على الإنسان القروش المختلفة كالقرش الأبيض الضخم وقرش النمر . فهناك على سبيل المثال في يوليو ١٩٩٣ تم صيد سمكة (حيتا) وزنها ٥ أطنان وطولها ٢٥م وعرضها ٩م بواسطة ٥٠ صياداً في البحر الأحمر (السويس) . وقد تفترس الأسماك بعضها كما في الأسماك المفترسة Predator ، أو تمتص بماها وتخترق أجسامها كما تفعل أسماك الجريث Hag Fish (Myxine glutinosa) في الأسماك الأخرى البحرية . والسمك

النارى يطلق لهيبا من فمه متى وجد فريسته .

ب - وهناك أسماك ينشأ ضررها من توليدها كهرباء (٢٥ - ٢٠٠ فولت) للدفاع عن نفسها أو لصعق فريستها ، فلاحظ من أن الصدمة الكهربائية هذه التي تحدثها أسماك مثل الراية الكهربائية أم عيون Eyed Electric Ray (Torpedo torpedo) وغيرها من أسماك الراية الكهربائية تشل حركة إنسان بالغ مؤقتا ، وهذه أسماك أكله أسماك وإيلية النشاط Nocturnal ولودة Viviparous . كذلك هناك ثعبان السمك الكهربى من جنس Electrophorus والقرموط الكهربى من جنس Malapterurus .

ج - كما أن هناك أسماك سامة للإنسان ، سواء عند أكلها أو تناولها ، لاحتواء أجزاء منها على السموم ، أو لوجود أشواك عليها توخز بها الإنسان فتدخل سمومها إليه . وبعض الأشخاص حساسية طبيعية للأسماك ، إذ تسبب لهم ارتيكاريا واستسقاء واضطرابات هضمية وصدا ع . فقد ينشأ التسمم التومايني Ptomaine Poisoning من الأسماك الملونة خاصة في مرحلة التضج الجنسي وفتره وضع البيض ، كما يحتوى ثعبان السمك (النهرى والبحرى) على سموم Toxalbumin تتأثر بالحرارة ولا تحدث تسمما إلا بتناول أسماك غير مكتملة الطهى ، كما أن بطارخ أسماك الرنجة وقت وضع البيض تحتوى على سموم تؤدى إلى أعراض مشابهة لإعراض الكوليرا . والأسماك السامة أنواع معينة استوائية وقد تكون أكبادها أو بطارخها أو رأسها أو أمعاؤها هى العضو السام ، وقد تكون الأسماك سامة فى موسم معين بعد تغذيتها على طحالب أو شعاب مرجانية معينة ، أو أن تكون السمية مرتبطة بموسم التكاثر كما فى التغذية على بطارخ المبروك والكراكي والترس . وهناك أسماك لحومها الطازجة تكون سامة للإنسان ومنها قرش جرينلاند (Greenland Shark (Somniosus microcephalus) . وهناك أسماك الويفر الصغيرة التى قد تستخدم للزينة (١٤سم) Lesser Weever (Trachinus vipera) والويفر العملاقة (Greater Weever (Trachinus draco) وكلا من النوعين له زعنفة ظهرية أولى شوكية سوداء وكذلك غطاء خياشيم كبير شوكى وهذه الأشواك تحمل غدد السم وتؤدى إلى جروح مؤلمة عند تداول السمك بدون حرص أو الدوس عليه عارضة .

والسم السمكى Ichthyotoxin قد يكون فى لحوم الأسماك (غير التالفة بكتيريا) أى سم لحم السمك Ichthyosarcotoxin ، أو فى دم السمك Ichthyohemotoxin أو سم فى بيض السمك Ichthyootoxin ، أو سم تفرزه أشواك أو إبر أو أسنان Ichthyacanthotoxin . وقد ينسب اسم التسمم لنوع السمك المسبب للتسمم مثل التسمم الاسقمري Scombroid Poisoning أى تسمم بلحم أسماك اسقمرية غير جيدة الحفظ ، تسمم فهقى Tetrodotoxin بسموم أحشاء أسماك الفهقة . بينما تسمم السيجاترا Ciguatera ، فينشأ من سم محدد لأشواك أسماك بحرية من مناطق استوائية وشبه استوائية يؤدى إلى التسمم عند أكل هذه الأسماك . فالسمية قد تنشأ من التغذية على الأسماك السامة Poisonous أو من تداول الأسماك ذات الإبر أو الأشواك أو الأسنان السامة Venomous .

وغالبا ماتكون الأسماك الكبيرة سامة عن الصغيرة ، وذلك نتيجة تراكم وتركيز السم الذي منشأه الطحالب البحرية (غذاء الأسماك) ، ورغم ذلك فهذه الأسماك تعتبر غذاء مفضلا خاصة في المناطق الاستوائية رغم ما تسببه من حالات وفاة وأعراض تسمم من آلام ودوار وقيء وغيرها ، خاصة وأن الطهي لا يحطم السم (سيجاترا) . ومن الأسماك السامة البركودة والأسقمري والتونة والفراشة (عروس البحر) والسنجاب والسحالي والأسماك الطائرة والجلكى والجريث (تسمم مستديرة الفم Cyclostome Poisoning) والفهقة (الكروية) وأسماك الشمس والأرنب والقرموط .

وقد يرجع التسمم لسوء تخزين السمك وتحلله وزيادة محتواه بالتالى من الهستامين ، أو لتلوث السمك وتركيز الملوثات به كالزئبق وغيره . وهناك سموم يمكن تخفيضها بغسيل شرائح لحم السمك جيدا . وقد تتركز السموم في أكثر من جزء كما في مياض وخصى وكبد ومعدة وأمعاء وكلى وعيون وجلد وأنسجة تحت الجلد لأنواع الفهقة .

والقواقع اللاسعة والواخزة تفرز أشواكها في الشخص المهاجم ، وعلى الشوكة طبقة غدد مفرزة للسم في غشاء جلدى يمتزق عند الوخز وينطلق السم إلى الجرح مما قد يسبب بجانب الألم والجرح أيضا إصابات ثانوية كالتيتانوس والفنفرينا . وقد تكون الأشواك قرب الذنب (في القواقع) ، أو ظهرية وكتفية (في القراميط) ، أو ظهرية ومخرجية وحوضية (أسماك عقربية) وبعض هذه الأسماك ذات الأشواك السامة تستخدم كسماك زينة (كسماك التركي والأسد وبعض أسماك القرموط) رغم أن سم بعضها قاتل للإنسان .

د - قد تعمل الأسماك كمائل وسيط لمسببات أمراض الإنسان ، أى تنتقل الأمراض إلى إنسان بواسطة الأسماك ، كما أن هناك أمراضا مشتركة بين الإنسان والأسماك . فتنقل الأسماك إلى الإنسان الديدان الطفيلية كالديدان الشريطية والمثقبة وديدان الكلية والديدان الخيطية (تيماتودا) ، كما تنقل إليه أمراض كالسل والكوليرا ، وقد تتسبب في مضاعفات خطيرة كالالتهاب السحائى والحميات ، علاوة على التسمم الذى تسببه الأسماك لسوء حفظها ، وكل هذه المخاطر تنشأ من التغذية على أسماك نيئة أو غير جيدة الطهى وغير جيدة الحفظ .

الباب الثاني
اجزاء جسم الاسماك ووظائفها

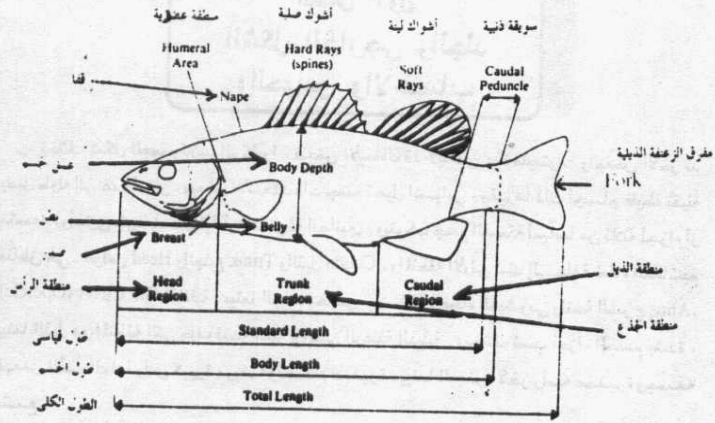
الفصل الأول الشكل الخارجى والجلد والحواس والأعصاب

يختلف شكل الجسم للأسماك كثيرا ، فبعض الأسماك قد لا يتعدى عدة مليمترات والبعض الآخر قد يصل طوله إلى عدة أمتار . وبعض الأسماك ذات جسم تحيل انسيابى ، وغيرها ذات أجسام غليظة ثقيلة متسعة ، وأخرى طويلة اسطوانية أو مضغوطة الجانبين . ويتتركب جسم السمكة أساسا من ثلاثة أجزاء أو مناطق هي : الرأس Head والجذع Trunk والذيل Cauda . والمنطقة الأولى تمتد إلى حافة غطاء الخياشيم (Opercle) Gill Cover الخلفية ، بينما الجذع محصور بين حافة الغطاء الخيشومى وفتحة الشرج Anus ، بينما الذيل هو المنطقة التى خلف فتحة الشرج وحتى الزعنفة الذيلية . وتختلف نسب أجزاء الجسم بشدة ، فبعض الأسماك لها رأس كبيرة عريضة وأجسام صغيرة ، بينما البعض الآخر رأسه صغيرة وجسمه متسع .

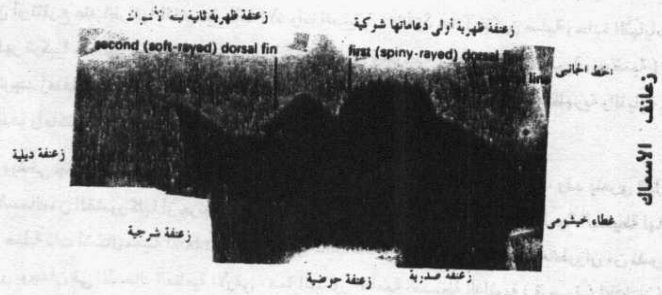
وللأسماك أنواع عديدة من الزعانف والتى تكون عادة تركيبها غشائى شعاعى أو شموكى ، والتى تكون أشواكها أو دعاماتها إما لينة أو صلبة ، وإذا كانت الدعامات لينة فتكون نحيلة مرنة التركيب مفصلية تتشق أو تتفرع عند أطرافها الخارجية ، أما الأشواك الحقيقية True Spines فتكون صلبة وحادة النهايات ولا تظهر تركيبا مفصليا . والزعانف إما فردية (ظهرية وذيلية وشرجية) أو مزدوجة (صدرية وحوضية) ، وقد توجد زعنفة شحمية فردية عميقة الأشواك . وتختلف أشكال الزعانف (خاصة الظهرية والذيلية) وأعدادها وأماكنها .

ويغطى جسم الأسماك عادة بالقشور Scales التى قد تكون أحيانا صغيرة لائرى ، وقد يترعى قليل من الأسماك من القشور كليا أو جزئيا . وتختلف أشكال القشور ، فمعظم الأسماك العظمية البسيطة لها قشور صلبة ذات أشكال معينة Rhomboid أو ماسية Diamond . وهناك نوعان آخران متطوران من نفس القشور يوجدان فى الأسماك العظمية الأرقى ، هما القشور الناعمة البسيطة الدائرية (قرصية) Cycloid Type والقشور العُرفية (مشطية) Ctenoid Scales (شبه العُرف) ذات أشواك صغيرة تغطى الجزء الظاهر من القشور ، وكل قشرة عبارة عن قرص مستدير عظمى مغطى من الجهة الظاهرية بجلد رقيق جداً ، وتتكون القشرة من حلقات مركزية عظمية .

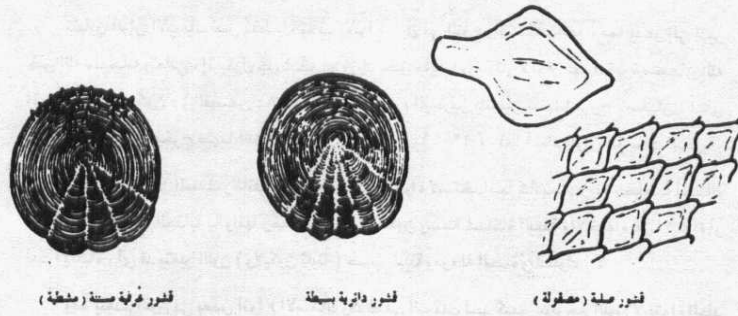
وجلد السمك يختلف من جلود الحيوانات الأخرى فى غياب الطبقة القرنية الحقيقية Typical Stratum Corneum ، وفى وجود الغدد أحادية الخلية Unicellular Glands فى طبقة البشرة Epidermis ، ووجود القشور على طبقة الأدمة Dermis . طبقة القرنية تمنع فقد الماء ، فهى تطور موانع للحياة فى الهواء . والغدد وحيدة الخلية لسهولة نقل إفرازها لعدم وجود طبقة خلايا ميتة تمنع الإفراز من



أجزاء وأطوال جسم السمك



وصوله إلى السطح ، وتكون هذه الغدد حبيبات مخاطية تخرج إلى السطح ، وتنتشر هذه الغدد الجلدية في الأسماك التي فقدت القدرة على إنماء قشور . وللأسماك كذلك غدد عديدة الخلايا في طبقة البشرة والتي تتحور في الأسماك العظمية للماء العميق خاصة لتؤدي وظيفة أعضاء انبعاث للضوء Light-Emitting Organs ، وينمو هذه الغدد تغزو الأدمة كذلك . وقد تكون قاعدة الغدة مكونة من خلايا مضيئة ، بينما الجزء السطحي يتكون من خلايا مخاطية تعمل كعدسة مكبرة ، وحول قاعدة الغدة في الأدمة يوجد تجويف دموي وتركيز كبير من الخلايا الملونة ، وهذا الضوء ليس شديداً لكنه قد يكون متعدد الألوان . وتعمل الغدد



قشور الأسماك

المخاطية على حفظ الجلد مغطى بالمخاط الذى يمنع عدوى الجلد البكتيرية والفطرية ، فهو وسيلة حماية للأسماك .

ومن الجلد تخرج قشور السمك التى تعتبر تحورات للدرع الأدمى العظمى ، فهي تخرج من أدمة الجلد وتشبه العظام فى كونها مخزناً للكالسيوم فى الأسماك العظمية ، فالقشور أدمية ، بينما تعمل طبقة بشرة الجلد على توجيه القشور الخارجة من الأدمة . والقشرة لها صفيحة قاعدية منغمصة فى الأدمة ، وكذلك لها شوك متجهة إلى الذيل خلال البشرة ، وتتصل عظام الصفيحة القاعدية بالأدمة بواسطة نسيج ضام ، وتتكون الشوك من جزء عظمى مستمر من الصفيحة القاعدية مع تغطيتها من الطرف بالمينا Enamel وتحتوى على لب Pulp به الأوعية الدموية والنهايات العصبية والقنوات الليمفاوية .

وكما تستخدم أشكال جسم السمكة الخارجية وأشكال ومواضع الزعانف للتعرف على السمك ، فتستخدم كذلك مقاييس الجسم والقشور لنفس الغرض . ونظراً للاختلافات الفردية فى الحجم ، فإن المقاييس الأكثر استخداماً هى المقاييس النسبية (وليس المطلقة) مثل نسبة طول الرأس أو عمق الجسم إلى الطول القياسى . وعمق الجسم هو أكبر عمق يقاس فى خط مستقيم (بين السطح الظهرى والبطنى) بزاوية قائمة على الطول . والطول الكلى عبارة عن الخط المستقيم بين طرف الفك إلى الطرف النهائى لزعنفة الذيل ، وطول الجسم ينتهى عند قاعدة زعنفة الذيل ، بينما الطول المفقوف Fork Length ينتهى عند مفترق زعنفة الذيل ، ر : ينول القياسى ينتهى عند آخر فقرة يمكن تحديدها بثنى زعنفة الذيل . بينما يؤخذ عدد القشور فى الأجزاء المختلفة من الجسم كدليل ومرشد فى التعرف على الأسماك ، وأهمها عدد القشور فى الخط الجانبى للسمك فهو مقياس هام ، ولكل نوع من الأسماك مدى معين لعدد القشور .

اللون Colour :

تتباين ألوان الأسماك ليس فقط باختلاف الأنواع ، بل فى النوع والسمة ذاتها ، مما يدعو إلى تدبر خلق الله سبحانه وتعالى ، إذ يقول جل شانه : « وريك يخلق مايشاء ويختار ماكان لهم الخيرة سبحانه الله وتعالى عما يشركون » (القصص : ٦٨) ، ويقول : « مرج البحرين يلتقيان بينهما برزخ لايبغيان ، فبأنى الاء ربكما تكذبان . يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان » (الرحمن : ٢٢-١٩) ، فما أعظم ألوان الكائنات البحرية . وقد يكون لالوان السمك وظائف أخرى غير جذب الهواة لاستخدامها كاسماك زينة ، خاصة أسماك المناطق الاستوائية الجذابة بالوانها وخطوطها ، إذ قد تكون وسيلة لحاكة البيئة والاختفاء عن الأعداء أو لفت الإنتباه ، أى قد يتغير اللون (ولايكون ثابتاً) حسب البيئة ومرحلة الحياة والسلوك .

وقد ينعدم اللون فى بعض أنواع الأسماك وكذلك فى البرقات لحد كبير . ويرجع اللون لاحتواء الجلد على خلايا حاملة للصبغات Chromatophores وأخرى تعمل على إنعكاس الضوء وإنكساره . وتسمى حاملات الصبغات طبقاً للون صبغتها ، فهناك الصبغة السوداء الراجعة للميلانين فى حاملات الميلانين Melanophores ، والصبغة الحمراء التى سببها الكاروتين والبنزيدين فى الحاملات الحمراء Erythrophores والصبغة الصفراء الزائثنية فى الحاملات الصفراء Xanthophores ، والصبغة البيضاء البيورينية أو عديمة اللون الجوانينية فى الحاملات البيضاء Leucophores ، والحاملات القزحية Iridophores .

ويرجع تغير اللون إلى حركة الصبغات وزيادة أو نقصان عدد حاملات الصبغات ويتحكم فى لون السمك وتغييره تأثيرات تعمل على التنبيه العصبى والهرمونى . إذ تلعب الغدة النخامية دوراً فى اللون بإفرازها هرمونا منشطاً لحاملات الميلانين Melanocyte-Stimulating Hormone (MSH) ويعمل على إنتشار الصبغة واللون الأسود .

ويعمل هرمون الأرينالين وهرمون الميلاتونين Melatonin (المفرز من الجسم الصنوبرى) على تركيز صبغة الميلانين كذلك . فاللون يميز القطعان عن بعضها فهو مفيد فى حياة السمك الاجتماعية وعدم شروء بعض الأسماك ، ويساعد الأسماك على الاختفاء من أعدائها والحماية منها ، أو يساعد على جذب الجنس الآخر للتزاوج ، وباللون تميز المفترسات الأنواع السامة والخطرة من نوى الالوان الباهرة ، وباللون يسمح لبعض الأسماك الملونة أن تقترب من الأسماك الأخرى لتنظيف الأخيرة من الطفيليات الخارجية ، والوان السمك التى تحاكي خلفية بيئتها تمكنها من سهولة الحصول على غذائها ، أو أن ألوان السمك الجذابة تقرب الفريسة منها فتسهل التغذية .

الرؤية Sight :

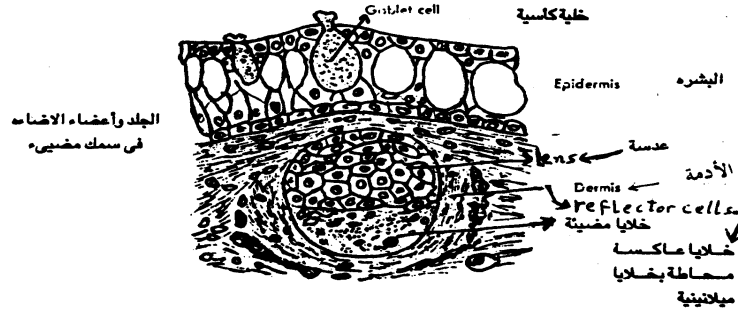
بعض الأسماك التى تعوم على سطح الماء ربما يكون لعيونها عدستان ، إحدهما للرؤية الهوائية والأخرى للرؤية فى الماء ، وذلك كما فى المبروك المستنقله عيون تبدو للناظر أنها أربعة عيون لكنها فى

الواقع عينان منقسمتان عرضياً إلى قسمين منفصلين ، النصف العلوي منهما يستخدم للرؤية في الهواء والنصف السفلي للرؤية في الماء ، ولهذه الأسماك عدسة واحدة في كل عين ، نصفها الأعلى رقيق والسفلي سميك ، ولعدم وجود غمد دمعية فإنها تضطر إلى أن تنفخ عينيها في الماء بين الحين والآخر لتقيها من الجفاف ، إذ تقضي السمكة هذه وقتها سابحة عند سطح الماء بحيث يكون الجزء العلوي من العين فوق سطح الماء لتراقب الطيور المائية . بينما الجزء السفلي يساعدها في البحث عما في الماء .

وهناك أسماك تنقسم عيونها طولياً . وهناك أسماك أخرى لها أربعة عيون منفصلة ، إذ يقع أسفل العينين الأساسيتين عينان صغيرتان لهما شبكيات منفصلة وتوجه بصرها لأسفل . وتحتوي شبكية عيون الأسماك المألحة على صبغة الرودوبسين Rhodopsin ، بينما شبكية الأسماك العذبة بها صبغة البورفيروبسين Porphyropsin ، والصبغة الأولى بها ريتينال ٢ من فيتامين (A₂) والثانية تحتوي ريتينال ١ من فيتامين (A₁) . وهذه المستقبلات للألوان متباينة في أقصى موجات امتصاصها (٤٢٥ - ٦٧٥ نانومتر في المبروك) . وتزداد حساسية العين للضوء في الأسماك التي تعيش في الأعماق .

الضوء Light :

قد تنتج الأسماك العظمية خاصة في الماء المالح العميق (ونادراً في الماء العذب) نوعاً من الضوء Bioluminescence ، وذلك بإفراز مواد مضيئة نتيجة لس الأسماك أو إثارتها ضوئياً . كما أن حقن الأسماك بالادرينالين يجعلها تنشط ضوئياً . وتخضع أعضاء الإضاءة كذلك لتحكم عصبي . والإضاءة الفوسفورية هذه عبارة عن ناتج عمليات كيميائية تتم في الأعضاء الحاملة للضوء Photophores بفعل إنزيم ليوسفيرين Luciferase على مادة ليوسفيرين Luciferin في وجود كل من ATP والأكسجين . وأعضاء الإضاءة الذاتية تنتشر في حوالي ٤٢ عائلة سمكية على الأقل ، وتنتشر في أجزاء مختلفة من الجسم ، وقد تشع ضوءها بانتظام واستمرار أو تتحكم فيه من حيث الشدة والاستمرارية . وقد يكون لعضو الضوء تأثير في التجاذب للتزاوج ، أو أن يكون نظام الضوء محاكياً للكائنات البيئية فتكون وسيلة للتكرار والحماية من الأعداء ، وقد يفيد الضوء في عملية الافتراس والتغذية أو في تجنب المفترسات وفي الاتصال الجماعي .



الخاصة الكهربائية Electricity :

توجد في بعض الأسماك خاصة كهربية كما في كراكي النيل في غرب إفريقيا وسمك السكين في أمريكا الجنوبية إضافة إلى أنواع عديدة كالشفانين والراية والتمبان الكهربى والقرموط الكهربى والرعاد أو الرعاش . وترجع هذه الحاسة لاحتواء هذه الأسماك على أعضاء كهربية في مناطق كثيرة مثل الذيل أو الجذع أو الرأس أو بطول الجسم على الجانب أو على الجهة البطنية ، وقد يصل طول العضو الكهربى إلى ١.٥ متر كما في ثعبان السمك الكهربى . وينتج هذا العضو الكهربى جهداً كهربياً لأغراض المقاومة والهجوم والافتراس ولأغراض ملاحية واجتماعية . وهذه الأعضاء الكهربائية تتكون من عدد كبير من الأعمدة بين الجلد والعضلات ، وكل عمود يتصل بمساحات خلفية عبارة عن رقائق عديدة الحبيبات سمك الرقائق ١٠ - ١٠٠ ميكرومتر ، ويتصل بهذه الرقائق ألياف عصبية ، وهذه المساحات الخلفية غنية بإيزيم أسيتايل كولين استريز عالى النشاط . وهذه الأعمدة عبارة عن أعمدة جهد ، وكل عمود يحتوى حتى ٨٠٠٠ خلية كهربية تنتج حتى ٨٠٠ فولت ، إذ توجد الأعمدة متوازية مما يزيد شدة التيار .

ويتم تفريغ الشحنة الكهربائية عادة بسرعة وثبات مما يؤدي إلى وجود حقل كهربى ضعيف حول الحيوان . ويعد طرف الذيل طرفاً سالباً ، بينما طرف الرأس فهو يمثل الطرف الموجب . ويفعل توصيل الماء الذى تتواجد فيه الأسماك - يقف شدة الحاسة الكهربائية ، فإذا كانت قوة التوصيل كبيرة فيبقى التيار وينتقل الحقل الكهربى إلى داخل الأشياء ، وإن كانت بسيطة فيضعف الحقل الكهربى ويتشتت . ويتم تسجيل قوة الحقل الكهربى على مسطح جسم السمك بواسطة مستقبلات حساسة على الخطين الجانبين .

وتختلف الأسماك الكهربائية فيما بينها من حيث الإشارات الكهربائية ، وذلك باختلاف أشكال موجاتها وتردداتها وشكل حقولها الكهربائية ، والتي قد تكون ضعيفة أو شديدة الكهربائية (بجهد كهربى ٥٠ - ٨٠٠ فولت وشدة تيار ١ - ٥٠ أمبير) . والأسماك فى الماء العذب تنتج جهداً كهربياً عالياً ، بينما الأسماك البحرية تنتج شدة تيار أعلى .

والإشارات الكهربائية تمكن من التحقق من الأشياء الميتة فى الوسط المحيط ، كما تخدم كوسيلة اتصال بين الأفراد ، كما تفيد فى موسم التكاثر إذ تقوم الذكور بتفريغ شحنة كهربية متقطعة بسيطة ومتكررة حول الإناث ، وفى أسماك أخرى تتعرف الذكور على نوع شحنة الإناث العائمة معها وترد عليها « بأغنية » لإغوائها ، وبعض الأسماك تطيل فترة انقطاع نشاطها الكهربى لتظهر إزدلالها وخضوعها لتقلل من شراسة وهجوم أعدائها . وجود الخاصية الكهربائية يحدث نوع من التكيف للحياة فى الماء العكر ، حيث يكون عمل العيون تحت هذه الظروف محدود ، ورغم ذلك تكون هذه الأسماك نشطة ليلاً إذ تنشط المستقبلات الكهربائية على أعصاب الخطوط الجانبية . والإشارات الكهربائية لاتصل لأكثر من ١ - ١٠ أمتار . وبواسطتها يمكن أيضاً تحديد المواقع أو الأبعاد .

وهناك أسماك تستقبل الكهرباء لاحتوائها على حويصلات حساسة كهربائياً تستجيب للجهد الكهربى الخارجى (وربما الداخلى كذلك) ، ويختلف حجم هذه الحويصلات فى الأسماك المختلفة ، كما تختلف درجة استقبال الكهرباء Electoreception . وخاصية استقبال الكهرباء ذات أهمية للأسماك ليالية النشاط ، والأسماك التى تعيش فى مياه عكرة أو فى الأعماق المظلمة ، ولهجرة الأسماك ، وفى عملية التناسل والحركة بين العوالم المختلفة والتغذية ، إذ تستطيع بعض أنواع القروش من تحديد موقع فريستها حتى لو كانت

مختلفة أو مغطاه لعدم ظهور روائعها وذلك بفعل استقبال القروش لمجال الفريسة الكهربى ، بل أكثر من ذلك تستجيب بعض أسماك القروش لمجال كهربى من مصادر غير حية كالكابلات الكهربائية البحرية .

الإحساس بالحرارة Thermal Sense :

معظم الحيوانات متغيرة حرارة الجسم تبدأ فى التجمد إذا انخفضت درجة الحرارة عن الصفر المئوى ، ولايمكنها إعادة النمو إذا انخفضت درجة الحرارة عن ذلك إذ تصل إلى الموت بردا ، كما أنها إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٥٠م فإن معظم الحيوانات تعاني من النفوق بالحرارة العالية التى يسبقها انخفاض شديد فى معدل الميتابوليزم وفى النشاط العام .

وتوجد فى الأسماك مستقبلات الحرارة ومستقبلات البرودة بجانب بعض ، وذلك فى شكل نهايات عصبية حرة فى الجلد ، وفى سمك المرجان نجد أن كل مسطح جسمه حساس للحرارة . وقد تدرك بعض الأسماك العظمية البحرية تغيرات فى درجة الحرارة تصل إلى ٠.٣ - ٠.٧م ، وتترك أسماك أخرى حداً من برودة الماء يبلغ ٢م أى من ١٥ إلى ١٣م أو من ٢٠ إلى ١٨م .

الصوت Sound والجهاز السمعى Acoustic System :

تصدر الأسماك أصواتاً متباينة باختلاف أنواع الأسماك . وينتشر الصوت فى الماء بسرعة حوالى ١٥٠٠ متر / ثانية ، وتختلف هذه السرعة باختلاف درجة حرارة الماء وملوخته . وينشأ الصوت أساساً منذبذبة المثانة الهوائية ، أو قد ينشأ من احتكاك غطاء الخياشيم وفتحة الفم وتحرك الأجزاء الهيكلية . أو من الحركة فى الماء وتغيير الاتجاه ، أو من عملية التغذية وطحن القشريات ، أو من الأسنان البلعومية والأسنان الفككية ، أو من التجشؤ . والأصوات الناتجة عن المثانة الهوائية تكون بفعل عضلات خاصة إما فى جدار المثانة الهوائية ذاتها أو فى جدار الجسم الملاصق للمثانة الهوائية ، ويانقباض هذه العضلات بشكل متكرر تتذبذب المثانة الهوائية محدثة للصوت . ويصل تردد هذا الصوت ما بين ٤٠ - ٨٠٠٠ نبضة فى الثانية . وقد يكون هدف الصوت إما الإنذار أو الهروب أو الدفاع أو كسلوك غزل من الذكر للأنثى عند التكاثر .

ولكبر كثافة الماء (حوالى ١٠٠٠ مرة قدر كثافة الهواء) فإنه لإحداث الصوت فى الماء يتطلب كمية كبيرة من الطاقة ، إلا أنه رغم ذلك ينتقل الصوت بسرعة عالية فى الماء (خمسة أمثال سرعته فى الهواء) ولايضعف بسرعة .

وجهاز السمع فى الأسماك يتكون من الأذن الداخلية وجهاز الخط الجانبى ، وإن كان كل منهما يختص باستقبال منبهات صوتية معينة . وهناك أسماك أكثر حساسية للأصوات من أسماك أخرى ، فالأسماك التى لها اتصال ما بين المثانة الهوائية والأذن (كالقنوميات Cyprinidae والقراميط) تمثل فى تجميع الصوت بواسطة المثانة الغازية على عظيمات نسيجية وقناة أولية تتصل بالأذن الداخلية ، يعمل ذلك على تقوية السمع عنه فى الأسماك التى لاتتميز بهذا الاتصال ، إذ يعمل جدار المثانة كمكبر صوت . Amplifier

والحدود القصوى لسمع الأسماك تردده حوالى ١٠٠ إلى ٢٠٠٠ هرتز (والهرتز Hertz وحدة قياس تردد الصوت أو عدد الموجات / ثانية ، وترجع تسميتها إلى عالم الطبيعة Heinrich Hertz 1857-1894) ، وإن كان هناك أسماك أخرى حدود سمعها القصوى تقع ما بين ٣٠٠٠ إلى ١٣٠٠٠ هرتز (كما فى القرموط القزم) ، واضطراب مائة العوم يخفض حدود السمع القصوى إلى ١٥٠٠ هرتز . وفيما يلي حدود سمع بعض الأسماك بالهرتز :

السمك	حدود السمع الدنيا	حدود السمع القصوى
ثعبان السمك	٣٦	٦٥٠
سمك المرجان	١٠٠	٣٠٠٠

وحساسية موجات سمع القرموط القزم تتماثل مع حساسية سمع الإنسان ، إلا أن هناك كثيراً من الأسماك حساسيتها السمعية أقل من ذلك . بينما جهاز الخط الجانبي تنبيه الترددات المنخفضة . وعموماً فجهاز السمع فى الأسماك غير متطور ، كما قد لا تميز الأسماك مصدر الصوت واختلافاته لحد كبير . وإن كانت الحيتان تصدر موجات صوتية لتهتدى بها فى طريقها وتتردد هذه الموجات بمقدار ٢٠٠ ألف نبضة / ثانية ، والدلفين يصدر أمواجاً صوتية فوق سمعية .

جهاز الخط الجانبي Lateral Line System مجموعة تراكيب حسية Sensory Structures على منطقتى الجذع والذيل تتكون من صف خارجى من المسام تفتح فى قناة تحت الجلد تصل إليها نهايات حسية لفرع من العصب القحفي العاشر 10th Cranial Nerve . ويستقبل هذا الجهاز الحسى الاهتزازات من الأشياء مما يمكن السمك من العوم دون استخدام البصر ودون الاصطدام بالأشياء ، كما يساعد على صيد السمك لفريسته Prey أو طعامه ، ويعمل كل خط جانبي كبارومتر يقيس ضغط الماء (الذى يرتفع بالقرب من الصخور والأجسام المشابهة) فلا تصطدم الأسماك .

الحواس الكيماوية Chemical Senses :

وتشتمل على حاستى الشم Olfaction والتذوق Taste . فبالنسبة للشم ، معروف أن الروائح المختلفة تنتشر فى الماء فتبلغ النسيج الطلائي الشمى فى الكيس الشمى إذ للأسماك منخر واحد فى الوسط أو متفرعان على الجانبين فى الأسماك العظمية . بينما فى الأسماك الغضروفية يفتح المنخران على الجهة البطنية للسمك . ويمكن الشم من اكتشاف الأسماك لغذائها فى ظلمة الماء وبين الأصحاب وحينما تفتش الفريسة ، وخاصة عندما لا يعتمد على الرؤية فى التغذية . وتزداد هذه الحاسة فى قوتها عند الجوع ، إذ يمكن لبعض أنواع أسماك القرش أن تصل إلى مصدر غذائها مع انخفاض تركيزه فى الماء (١ . ٠ جزء / بليون) .

كما تميز القروش بول الإنسان وبمه وعرقه . وهناك الكثير من الأسماك الأخرى التى تعتمد على حاسة الشم فى الحصول على غذائها مثل أسماك الجلكى والجريت والأسماك الرنوية الإفريقية والقرموط والثعبان

والفرخ والبيكلا (القد) . فيوجد على قاعدة تجويف الأنف نسيج طلائي شحمي ذات بناء قوى من الثنايا . وفي الكراكي يبلغ مسطح الشم ٠.٢ ٪ وفي الثعالب ٠.٤ ٪ من مسطح الجسم . لذلك تصل حساسية الشم في الثعالب إلى تخفيف ١:٢.٩ × ١٨٣. من كحول البيتا فينيل ايثيل β -Phenylethyl Alcohol . وتقيد حساسة الشم كذلك في تجنب الأعداء وفي الهجرة والاهتداء إلى المواطن الأصلية وفي التجمع في مستعمرات وفي التكاثر .

أما التثنيق فله مستقبلات كيميائية من خلايا حسية ثانوية على الشفاة أو في تجويف الفم وعلى غطاء الخياشيم والذقن والزعانف أو مسطح الجسم عامة . ويقتصر تمييز كل الحيوانات الفقارية على أربعة أنواع أساسية في التثنيق هي الطول والحامض والمر والمالح مما يساعدها على اختيار طعامها والبحث عنه . وتزود هذه الخلايا الحسية بأطراف عصبية حلقية . وتختلف استجابة الأسماك المختلفة للأطعمة حسب نوع أو أنواع المستقبلات بها ، إذ تخصص الخلايا الحسية لنوع من أنواع التثنيق الأربعة . ويقيد التثنيق جزئيا في البحث عن الغذاء ، كما يقيد في اختيار الغذاء أو لفظه أو مسكه وابتلاعه . وكذلك في الغزل أثناء موسم التكاثر وفي التعرف على الصغار .

وتقيد الحواس الكيميائية في الاتصالات بين أفراد النوع الواحد من السمك بواسطة العوامل الكيميائية Chemical Agents التي يطلق عليها Pheromones والتي تنبعث من الأسماك وتختص بكل نوع سمكي ، وهذه العوامل الكيميائية عبارة عن مواد تفرزها للخارج أفراد الأسماك وتستقبلها الأفراد الأخرى من نفس النوع السمكي مظهرة بذلك رد فعل خاص سلوكي ، وتستخدم هذه العوامل الكيميائية ليس فقط في الاتصالات داخل أسراب السمك Shoals بل كذلك في تكوين المواطن Territories والإنذار والتزاوج وعودة الأسماك المهاجرة لأوطانها ، فهي ذات أهمية كبيرة في سلوك الأسماك وتفاعلها مع بيئتها ، وقد تم فصل بعضها والتعرف عليه ، لكن يستدل على معظمها بالعمليات السلوكية ، ويعتقد في أهمية دورها في عمليات زراعة السمك . وقد بدأت دراستها في الأسماك من عام ١٩٣٢ بواسطة Wrede لكن أول من أطلق على هذه العوامل الكيميائية المختصة بالاتصال لفظ Pheromones هم Karlson & Luscher عام ١٩٥٩ .

الأعصاب :

يتضح مما سبق هيمنة الجهاز العصبي على الجلد وما يحتويه من قشور وأشواك وألوان وما به من حواس مختلفة من أبصار وسمع وحواس كيميائية وجهاز الخط الجانبي والخواص الكهربائية ، إذ تغذى الأعصاب الخلايا والغدد المنتشرة على الجلد والمستولة عن هذه الظواهر والحواس والخواص .

والجهاز العصبي Nervous System في الأسماك العظمية يتكون من المخ وأجزائه (مقدم المخ الأمامي ، والجسمان المخططان ، والفصان الشميان ، وسرير المخ بالجسم الصنوبري ، والفصان البصريان والمخيخ) وأسفله النخاع المستطيل والأعصاب المختلفة البالغ عددها إحدى عشر زوجا (الأعصاب الحلقية Cranial Nerves) والحبل الشوكي الممتد من النخاع المستطيل .

الفصل الثاني الجهاز العضلي والحركة والنمو والعمر (والجهاز العظمي) والنفوق

Musculature الجهاز العضلي

يتكون أساساً من عضلات مخططة striated muscles في منطقتي الذئع والذيل والتي تتكون من أنسجة عضلية (٣٠ - ٨٠ ٪ من وزن الجسم) مميزة ناتجة من انقسام خلوي غير مباشر ومنظمة في وحدات نابضة تسمى Myomeres or Myotomes بينها نسيج هام Myosepta or Myocommata . وقد تحتوي الأسماك على عضلات سطحية غامقة اللون ومرتبعة المحتوي الدهني تستخدم في النشاط (السباحة) وهي العضلات الحمراء. وللأسماك كذلك عضلات فكية وأخرى للجهاز الغشومي وغطاء الخياشيم وغيرها. وتوجد عضلات الجسم في سلاسل على الجانبين بطول محور الهيكل للسماك . والعضلات هي الجزء المأكول أساساً من السمك مصداقاً لقول الله تعالى : « وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحماً طرياً » (النحل : ١٤) ، وظليفتها الأساسية للسماك هي الحركة وذلك بعمل موجات سحب متبادلة بطول الجسم من النهاية الأمامية للذئع إلى طرف الذيل فتتسبب حركة السباحة. كما أنها مخزن للطاقة .

الحركة (السباحة swimming) Motion

يتحرك السمك أي يسبح بفعل العضلات والزعانف والمثانة الهوائية Gas or air Bladder (مثانة العوم Swimming Bladder) ، إذ تحدث العضلات انقباضات متبادلة لتؤدي إلى تموجات جانبية من الأمام إلى الخلف على طول الجسم دافعة الأسماك إلى الأمام في حركة متعرجة. وتقوم الزعانف بمقاومة الحركة من جانب إلى آخر مما يعمل على توجيه الحركة. كما تقوم الزعانف كذلك بالعمل على الاستقرار في العوم. والمثانة الغازية (المتوافرة في معظم الأسماك العظيمة) ، تعمل على تكثيف الوزن النوعي للأسماك مع الوزن النوعي للماء لما تحتويه من غازات تشبه الهواء (إذ تقوم كذلك بتوفير جزئي للأكسجين في وقت الطوارئ كما تستخدم في إحداث الصوت وربما كذلك في الإحساس بالصوت، فلهذه المثانة الهوائية وظائف سمعية وتنفسية وهيدروستاتيكية) مما يعمل على تنظيم العوم أو الغطس أو الثبات . أي الحركة لأعلى ولأسفل (لذلك تتكشأ أو تنعدم المثانة الهوائية في أسماك القاع) ، بينما في الأسماك القسروفية يقوم الذيل بهذه المهمة لعدم تناظر الزعنفة الذيلية فتعمل على التحكم في الرفع لأعلى وللأمام.

وكثير من الأسماك الغضروفية تطفو بفعل وجود كمية كبيرة من الزيوت وهيدروكربون يطلق عليه سكوالين Squalene في أكبادها، وذلك لغياب المثانة الهوائية، ووجود تصورات تركيبية أو عدم وجودها وحجم وموقع المثانة الهوائية كلها مرتبطة مع بيئة وعادات الأسماك، ففي حالة عدم وجود المثانة الهوائية تنتقل الأسماك عمودياً بالسيحابة السريعة مستخدمة الزعانف الصدرية وفي وجود المثانة الهوائية تنتقل الأسماك عمودياً ببطء بالتحكم في إدخال وإخراج الغاز في المثانة الهوائية للتحكم في طفوها أو غوصها. كما يساعد الشكل الخارجي للأسماك في الحركة كذلك. وهناك علاقة قوية بين درجة حرارة الماء ونشاط السمك مقاساً بسرعة السباحة.

النمو growth :

النمو لفظ يستخدم للدلالة على التغيرات في حجم الجسم سواء في الطول أو في الأبعاد الأخرى، أو في الوزن سواء في الجسم ككل أو في أنسجته المختلفة، أو في المكونات المختلفة من بروتين ودهن ومركبات كيميائية أخرى بالجسم أو في محتوى طاقة الجسم كاملاً أو لأنسجته. وكلها ببساطة نتائج تغيرات في الأعداد أو الحجم النسبية لمختلف أنواع الخلايا. كما قد يعنى النمو كذلك التغيرات في عدد الأسماك في العشيرة. وقد تكون هذه التغيرات في الحجم والعدد والوزن إما موجبة أو سالبة Negative growth or Degrowth، وقد تكون زيادة الخلايا عددياً أو حجمياً. وتختلف الأعضاء والأنسجة في قدرتها على النمو.

ويتوقف النمو على عوامل عديدة منها :

- ١ - وجود منبهات النمو والتي تتأثر بتنظيم الجهاز العصبي المركزي أو الجهاز الليمفاوي المنظم لمراكز تفاعل المثبطات والمنشطات.
- ٢ - الحاجة الوظيفية Functional demand قد تؤثر على الحجم النسبي للأنسجة في أثناء النمو وفي المراحل المختلفة لدورة الحياة.
- ٣ - الحالة الغذائية أو الإمداد الغذائي كمية ونوع ومدى كثافة السمك المتنافس على نفس المصادر الغذائية، ونسبة الاحتياجات الغذائية للنمو إلى احتياجات الحفظ تقع ما بين ١ : ٥ و ١ : ٣، واحتياجات الطاقة للمبروك مثلاً ٥ : ٢ مرة أعلى من احتياجات التنش tench وعادة ما تسبب العلائق المحتوية على أحماض أمينية حرة في نقص النمو عن الحد الأمثل المتحقق باستخدام أحماض أمينية مرتبطة بالبروتين، ويانخفاض التغذية ينخفض نمو السمك أو يقف وإن انخفضت التغذية دون المستوى الحافظ فتفقد الأسماك من وزنها. وتتوقف الاحتياجات الحافظة على نشاط السمك وحجمه النسبي والاضغوط الخارجية (نقل، صيد، غيره) والظروف البيئية. وتتوقف زيادة طول ووزن السمك على زيادة وفرة الغذاء.

- ٤ - ظروف المياه الأخرى من ملوحة ودرجة الحرارة والأكسجين الذائب بل والفترة الضوئية. أى الموقع المائى وشهور السنة بل ومن سنة لأخرى يختلف النمو حسب الظروف الجوية (الحرارة ، رياح، مطر، ضوء)
- ٥ - كثافة المشيرة والتي تتوقف على النوع وظروف جودة الحياة المختلفة وحجم الأسماك . فزيادة الكثافة تمد من النمو بغض النظر عن وفرة الغذاء.
- ٦ - حجم وحجم الأسماك والنضج الجنسي لها. إذ أن سرعة النمو تكون نسبيا أكبر في الأحجام الأصغر.
- ٧ - تأثيرات وراثية تتعلق بنوع السمك وحجم اليرقات. إذ يختلف النمو الطبيعي باختلاف الأنواع بل والأفراد لنفس النوع (لاختلاف الظروف البيئية) لتباينات الوراثة .
- وهناك علاقة بين مساحة سطح الخياشيم والنمو أساسها (بجانب الغذاء) الأوكسجين اللازم والمحدد للنمو. وكل نوع سمكى مدى حرارى أمثل للنمو فى مدى ملوحة ونظام غذائى معين.
- فيتمثل النمو بدرجة الحرارة حيث إن النمو عمليات كيميائية إنزيمية يلزمها مدى حرارى معين . وعليه يتأثر النمو بدرجة حرارة الماء والاختلافات الموسمية.
- كما يتأثر النمو بالأكسجين كذلك. حيث إن الأوكسجين لازم للتنفس اللازم للنمو. وأمكن الحصول على نمو من أسماك البلطى فى ٤ أشهر يعادل النمو المتحصل عليه فى ١٠ شهور بواسطة تخفيف كثافة السمك باستمرار مع تغيير المياه عدة مرات أسبوعياً واستمرار تهوية الماء والتحكم فى معدلات التغذية. كما قد ثبت أن حجم زريعة المبروك عند الفقس هو أهم عامل محدد لمعدل النمو بعد ذلك .
- والذى يتوقف أساسا على عمر الأمهات عند وضع البيض. فنمو السمك الجسمى يعتمد على كثافة السمك ويتأثر كذلك بالمنافسة على الغذاء ونُدرة Scarcity الغذاء سواء لزيادة كثافة المشيرة أو لانخفاض إنتاج عناصر الغذاء. وقد تستعيد المشيرة نموها بقوة عند انخفاض المنافسة على الغذاء إما من خلال شدة الصيد وزيادته Over fishing أو من خلال وفرة الغذاء أو انتقالها إلى ظروف بيئية جديدة تتوفر فيها الأغذية والمكان Space . وهناك علاقة عكسية بين كثافة السمك ونموه الجسمى Somatic Growth .
- تؤثر المنافسة Competition على النمو. فالمنافسة اصطلاح لمالة توجد بين كائنات تعتمد على نفس المصدر من الاحتياجات البيئية فتسبب تداخلا يؤدي إلى تأثيرات ضارة. على كائن أو أكثر . والمنافسة حالة طارئة وتختلف شدة تأثيرها على النمو باختلاف درجتها. إذ قد يكون تأثيرها غير ملحوظ أو شديد أو ضار وقد عبر عن المنافسة على الغذاء بمعادلة

$$Ci = Me / Mp$$

حيث إن (Ci) دليل شدة المنافسة، (Me) معدل الإستهلاك من الغذاء، (Mp) معدل إنتاج الغذاء

المتوفر (بنفس الوحدات المعبر عنها في الاستنتاج من الغذاء سواء بوحدات وزن أو طاقة أو بروتين).

والمكان الملائم Niche عبارة عن مساحة حيوية محتملة للنوع تحددها محاور بيئية متعددة، وإذا تعاضت هذه المساحة (المكان) لنوعية من الكائنات ، كانت فرصة المنافسة بين التوعية قائمة إذا تواجدت في تزامن واحد معاً، وقد تكون المنافسة داخل النوع وبين الأعمار (إذا كان غذاء مرحلتى العمر واحداً مثلاً) وبالمناخ في المكان الملائم يقل النمو والتكاثر. وهناك تكون المنافسة شديدة بين الأنواع أكلة العشب وأكلة اللحوم، أما أكلات كل شيء (الكانسة) Omnivores فملائقها مشابهة لتكون المنافسة فيها بينها أقل. وقد يطلق على العادات الغذائية Feeding Habits كذلك اصطلاح Niches ، ويتقدم عمر السمك قد يغير من عاداته الغذائية لتجنب المنافسة.

وإذا كان نمو الطيور والنديات عضلياً بعد التمييز الجنيني يكون عبارة عن تضخم الألياف العضلية، إذ أنه في السمك يكون زيادة عدد الألياف العضلية بالنمو العضلي أو الجسمي نتيجة تخليق ألياف صغيرة جديدة أو انقسام الألياف الموجودة بالفعل ، وإنما في الكائنات الأخرى يثبت عدد الألياف العضلية بعد اكتمال التمييز الجنيني للأنسجة.

وتتأثر الأوزان التنموية للأنسجة بدرجات الحرارة (يزداد الوزن النسبي للجلد على درجات الحرارة المنخفضة) ، وحجم العليقة (زيادة العليقة تزيد دهن الأحشاء وتدرتها تخفص نمو الأحشاء والدمن المخزن بها) ووزن الجسم (إذ يزيد دهن الأحشاء بزيادة وزن الجسم) وعمر السمك (إذ ينخفض الوزن النسبي للقلب والجهاز الهضمي خلال المرحلة العمرية المبكرة في السمك) والحاجة الوظيفية (فعند التجويع والصيام تضمر المعدة ويكون نموها النسبي في الأسماك ضعيفة النمو قليلاً بينما يزيد باسترجاع النمو والتغذية) ، وبالصيام تحدث كذلك تغيرات اضمحلالية محسوسة في طلائية المعدة وأنسجة الكبد (وأحياناً كذلك بالألياف العضلية) والغدد المختلفة كالنخامية Pituitary والزعترية Thymus والبنكرياس Pancreas والدرقية Thyroid والكلى . وسحب مخزون الأنسجة بالصيام يؤدي إلى تغيرات في تراكيها بالإضافة إلى تغيير أوزانها النسبية.

ويجرى تقدير النمو مباشرة للأسماك بمعلومية العمر أو الحجم لفترة ، لكن عادة ما تستخدم الطرق غير المباشرة لتقدير التغيير في طول أو وزن السمك، وتحليل تكرار الطول يمكن استخدامه لتقدير متوسط معدل النمو. وكثيراً ما تستخدم علاقة العمر بالحجم للأسماك المنفردة مع البيانات التجريبية والعمر للأفراد لاستخلاص متوسط النمو لعينة من العشييرة. وطريقة الحساب الرجعي للحلقات ومناطق النمو في التراكيب الكلسية تتضمن نواحي فنية أكثر لكن يمكن استخدامها للتفسير الدقيق لتاريخ نمو أفراد السمك .

ومن طرق تقدير النمو في السمك :

٦ - تكرار الطول Length Frequency : وتستخدم في تقدير متوسط مقياس النمو لعينة سمك، وهي غير حساسة نسبياً للتغيرات في معدل النمو لذا قد يقترح الجمع بينها وبين تحليل تدرج الشكل كطريقة متكاملة.

٢ - **المجم والعمر** Size - at - Age : ودائما يرتبط وصف النمو بأحجام الأفراد عند الأعمار المختلفة، فالعلاقة بين الطول والعمر Length - at - Age يمكن تطبيقها للحصول على مقياس نمو مثل معامل الحالة Condition Factor وطول السمك (L) والذي يمكن استخدامه لوصف ومقارنة معدلات النمو. ومعامل الحالة أو العلاقة بين الوزن (W) والطول في الأسماك يأخذ شكلا منحنيا يختلف شكله وميله Slope باختلاف الأنواع والعشائر والمواسم والأجناس والتغذية ودرجة الحرارة. ويعبر عن معامل الحالة (أو دليل الوزن Ponderal index) بالمعادلات

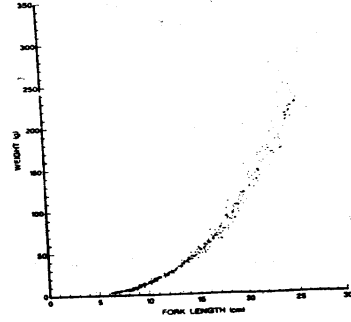
$$K = W / L^3$$

$$K = W \times 100 / L^3$$

حيث (W) بالجرام، (L) بالسنتيمتر وقد يرفع للأس الذي قيمته بين ٢.٥ و ٤ حسب العمر، وقد يعبر عن (L) كطول شوكي أو طول قياسي أو طول كلي .

واختلاف هذا العامل (K) في النوع الواحد على مدار الوقت يعكس الاختلافات الطبيعية الموسمية في ميزان الميتابوليزم وفي نظام النضج الجنسي والتناسل فامتلاء القناة الهضمية بالغذاء يؤثر على هذا العامل، كما يؤثر الجنس كذلك عليه خاصة بعد النضج الجنسي. فتغيرات هذا العامل تعكس التغيرات في محتوى الجسم من البروتين والدهن. ويستخدم هذا العامل في تحليل عشائر الأسماك من حيث تقدير توقيت ومدة نضج المناسل، وفي تتبع النشاط الغذائي وعجز الإمداد بالغذاء ووفrته، وفي مقارنة عشائر تعيش تحت ظروف متشابهة أو مختلفة من حيث التغذية والكثافة والطقس وغيرها.

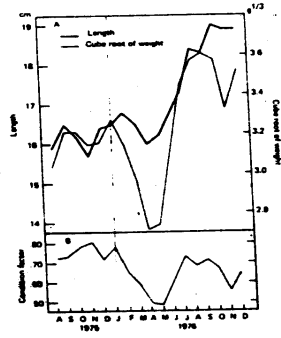
الوزن (جم)



علاقة الوزن بالطول
في أسماك التراوت
قوس قزح النامية
على ١٢ م

الطول الشوكي (سم)

الطول



الجزء الكمي الوزن

طول وجذر تكعيبي لوزن
أسماك البوت Pout
الترويجي فقس عام
١٩٧٤ . يقل الوزن في
الشتاء ، ولا يقل الطول
لوجود العمود الفقري
وعليه فيختلف معامل
الحالة كما يتضح من
الجزء السفلي (B) من
الرسم .

معامل الحالة

٢ - الحساب الرجعى أو حل العلاقة السابقة للحجم بالعمر Back-Calculation
: or Reconstruction of Previous Size - at Age

ويجرى بقياس الطول على تراكيب هيكلية للسماك، ومنها يحسب الطول الكلى للسماك فى سنوات متعاقبة . وترسم العلاقة الخطية بين حجم التركيب الكلى وحجم الجسم المقدرين تجريبيًا فى عينة كبيرة تحتوي مدى واسع من الأحجام فى نفس العمر فى وقت من السنة تكون فيه الاختلافات فى معدلات النمو أقل ما يمكن . وعند تناسب حجم النسيج الكلى مع حجم الجسم فإن :

$$F_x = F_y \frac{B_x}{B_y}$$

حيث (F_x) طول السمك عند حلقة معينة أو عمر معين ، (F_y) طول السمك وقت الصيد، (B_x) طول أو قطر التركيب الكلى عند الحلقة المعنية، (B_y) الطول الكلى (وقت الصيد) للتركيب الكلى. ويفترض وجود علاقة خطية بين نمو القشور ونمو الجسم . والحساب الرجعى من أدق طرق تقدير النمو فى السمك. وفى نهاية القرن الثامن عشر أمكن تقدير النمو فى الأسماك المنفردة فى شكل علاقة الطول بالعمر Length - For - Age من المواقع النسبية للعلامات الحلقية Annulus Marks على القشور أو الأنسجة الكلىة الأخرى . ويؤدى تحليل النمو الجسمى Somatic Growth إلى حساب كفاءة الاستفادة الغذائية Efficiency of Food Utilization للأسماك ، وتوزيع المواد المملعة غذائيا Assimilated Substances بين أنسجة الجسم، وتحديد وقت الحصاد بمعرفة صفات الأنواع السمكية وأحجام أنسجتها النسبية ومحتوياتها من البروتينات والدهون والطاقة وعلاقتها بزيادة حجم الأسماك (أى بدراسة نور التغذية والهرمونات فى نمو الأسماك) .

٤ - تعليم وتقليم السمك Marking or Tagging : ويتطلب تكتيك معين قد يؤثر على النمو، وقد يستخدم فيه التعليم الداخلى أو التلوين بالمضادات الحيوية والصبغات.

أو تستخدم مشابك الزعانف. وتتم الدراسة بتتبع الزيادة فى الطول أو الوزن للأسماك المملعة فيما بين فترتي التعليم وإعادة الصيد. وهى طريقة مكلفة مما يحدد من انتشارها على مستوى واسع، كما أن نمو السمك المرقم قد لا يتماثل مع نمو العشيرة غير المملعة.

٥ - تقدير بروتين جسم السمك بأخذ عينة من العضلات وتقدير بروتينها (أزوتها) الذى يحول إلى وزن سمك. كما أن تقدير نسبة الحمض النووى RNA إلى الحمض النووى DNA فى فترتين فالأخير ثابت الكمية فى الخلية الواحدة لمستوياته عن الصفات الموروثة بينما الأول (RNA) تزيد كميته بزيادة النمو لمستوياته عن تخليق البروتين الجديد فى الخلايا وعليه فتزيد نسبة هذين الحمضين $\frac{RNA}{DNA}$ بزيادة النمو، ويفضل استخدامها فى العضلات البيضاء

للأسماك الناضجة وفي الأسماك كاملة في الطور اليرقي.

واستخدام مقارنات معدل النمو على أساس نسبة الأحماض النووية يجب أن يقتصر على نفس الأنواع وفي حجم محدد ومرحلة عمرية محددة، إذا أن هناك عوامل (كدرجة الحرارة والنضج) تؤثر على مستوى نشاط الأحماض النووية.

والحمض RNA يستخدم كمؤشر لمستوى النشاط الميتابوليزمي ولحجم الخلية النسيجية، بينما الحمض DNA يستخدم كدليل لعدد الخلايا في الأنسجة المختلفة. وتزيد النسبة بين هذين الحمضين في العام الأول من عمره في العام الثاني لزيادة معدل النمو في السمك الأصغر. وبالنمو في سمك القد من ٣٠ إلى ١٠٠ سم انخفض تركيز DNA في العضلات لانخفاض عدد الخلايا لكل وحدة وزن جسم بزيادة حجم السمك.

ومن فوائد تقدير النمو في الأسماك ما يلي

- ١ - تساعد معلومات النمو في الحصول على إنتاج عال من الأسماك في وقت أقل وذلك باختيار الأنواع الأسرع نموا.
- ٢ - تساعد في وضع التشريعات الخاصة بأوقات الصيد وأماكته وحجم فتحات الشباك للمحافظة على الثروة السمكية بعدم صيد الأحجام الصغيرة لتمكينها من النمو والتكاثر.
- ٣ - تمكن من معرفة أفضل الظروف البيئية للحصول على أفضل نمو سمكي فنعمل على تعديل الظروف لإنتاج أعلى محصول ممكن.

معدل النمو Rate of growth :

الطريقة الأساسية للتعبير عن نمو كائن هي وصف معدل النمو على طول حياته، وهذا المعدل ينتج من عدة عوامل تعمل مستقلة. ومعدل النمو تضاعفي أو لوغاريتمي أكثر منه حسابي وذلك لأنه دالة Function ، إذ يزيد النمو أول الحياة ثم يتناقص مؤخرا. فمنحنى النمو باستمرار العمر يكون أولا مقعرا Concave لأعلى، ثم يتقلب التقعير لأسفل تدريجيا. فمعدلات النمو عادة تكون أسية أو لوغاريتمية Exponential موجبة أول الفترة ثم سالبة في نهايتها.

ويجبر عن النمو بالمعادلة الأسية :

$$dy / dt = ry$$

حيث إن (dy/ dt) معدل التغيير في الحجم أو العدد في وحدة الزمن، (r) الأس لمعدل الزيادة في الحجم أو العدد، (y) حجم العشيرة أو الكائن النامي.

وتأخذ الأسماك في نموها (طول ووزن) شكل منحنيات النمو السينية 'Sigmoidal Growth' Curves

في فترات ازدهار النمو في الربيع والصيف وفي مرحلة النمو الجنينية. وتستخدم عادة معدلات النمو النوعية (SGR) Specific Growth Rates (% / يوم) وهي من أفضل الطرق لعرض النتائج خاصة كقاعدة في المقارنة بين العشائر والأعمار والأفراد، وهذا يتطلب قياس المتغيرات من طول ووزن وغيرها على فترات منتظمة :

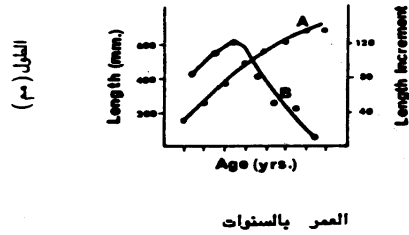
$$G = \frac{\log_e Y_T - \log_e Y_t}{T - t} \times 100$$

حيث إن (G) معدل النمو النوعي، (YT) الحجم النهائي عند الزمن (T) ، (Yt) الحجم الأولي عند الزمن (t)، (Log_e) اللوغاريتم الطبيعي.

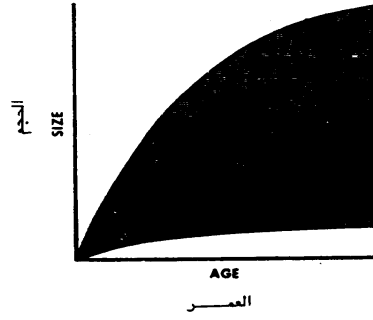
وتختلف العشائر المختلفة (من نفس النوع السمكي الواحد) في معدل نمو أسماكها في نفس العمر طبقا للاختلافات البيئية (الغذائية) ، إذ أن معدلات نمو السمك تستجيب بشدة للاختلافات في وفرة الغذاء وكثافة العشيرة ودرجات الحرارة والأكسجين وغيرها .

وحجم الجسم النهائي المميز لاكتمال النضج الجنسي في الطيور والثدييات لا يظهر عادة في الأسماك التي يظهر فيها نقطة هامة نسبيا تشير إلى أول نضج يظهر مرتبطا بأقل حجم حرج والذي تصل إليه الأسماك في عمر يتوقف على معدل النمو الجسمي. وبينما معظم الفقاريات الراقية لها أقصى حجم لا تتعداه مهما طال عمرها، فإن الأسماك تظهر نموا مستمرا (طالما أن الغذاء غير محدود) طوال حياتها، وإن

قل تدريجيا معدل النمو بعد بلوغ أقصاه. أي أن عمليات النمو الأساسية في الأسماك تختلف عنها في الفقاريات الراقية. وعموما فإن معدل النمو عبارة عن مقدار التغير (الزيادة) في الطول أو الوزن في وحدة الزمن. وغالبا يستخدم الطول للتعبير عن الحجم لصعوبة قياسه (بواسطة الإزاحة بالماء) عن الطول.

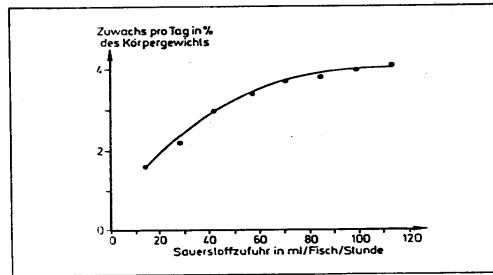


متوسط الطول (الزيادة في الطول) (معدل النمو) على مدار عمر أسماك التتراوت .



مقارنة معدلات النمو
لأنواع سمك سريعة النمو
(لأعلى) وأخرى نموها
بطيء (لأسفل) والمنطقة
السوداء منطقة
مشتركة لفقر نمو
الأنواع الأولى (سريعة
النمو) وجودة نمو الأنواع
الآخيرة (بطيئة النمو)

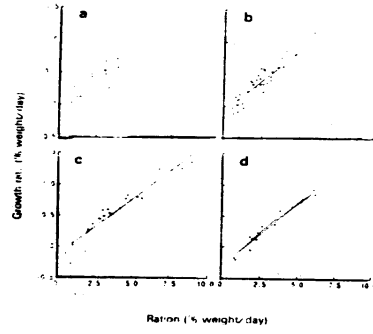
النمو اليومي %
من وزن الجسم



وفرة الأوكسجين مل / سمكة / ساعة
علاقة الأوكسجين المتاح بمعدل نمو المبروك على ٢٣ ° م

العلاقة بين معدل النمو
النوعى فى الوزن
ومستوى العليقة لصغار
أسماك البكلاة Cod
على درجة حرارة ٧ °م
(a) ، ١٠ °م (b) ، ١٥ °م
(c) ، ١٨ °م (d) .

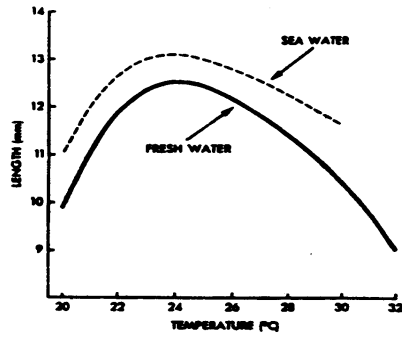
معدل النمو (% وزن / يوم)



العليقة (% وزن / يوم)

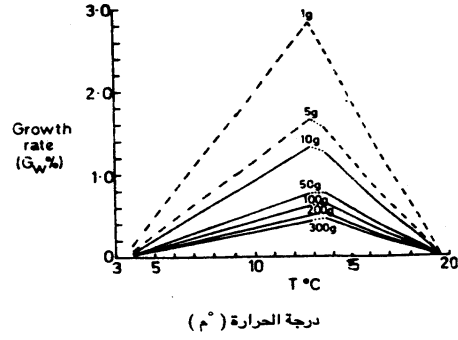
متوسط أطوال
أسماك الجوبي عمر
٤٠ يوما فى ماء
البحر (خط مقطع)
وماء عذب (خط
متصل) على
درجات حرارة
مختلفة .

الطول (سم)

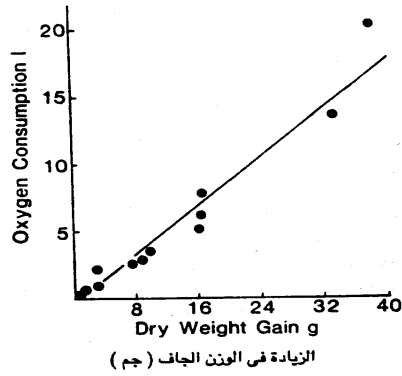


درجة الحرارة (°م)

العلاقة بين معدل النمو النوعي (% وزن / يوم) ودرجة حرارة المياه لأوزان جسم مختلفة من أسماك التراوت على أقصى معدلات تغذية .



علاقة الزيادة في وزن الجسم الجافة باستهلاك الأوكسجين في أسماك القرموط الإفريقي (أتر)



وعادة يكون النمو أعلى في المياه الدافئة عنه في المياه الباردة، وقد ينخفض النمو في أثناء الهجرة أو التناسل، بل قد يكون سالباً عندما تنخفض طاقة الغذاء عن الاحتياجات المختلفة للسمك. وعليه فشكل مقاطع النمو تتباين بتباين الأنواع لاختلاف مواعيد هجرة وتكاثر كل نوع عن الآخر، أي أنه ليس شرطاً أن يزداد نمو كل الأنواع صيفاً أو ربيعاً، إذ قد تتناسل بعض الأنواع في مواسم النمو (هذه) لأنواع أخرى.

وقد يتفوق نمو الذكور على الإناث في أنواع، والعكس صحيح في أنواع أخرى. ويرتبط النمو عموماً بالتأثيرات الهرمونية خاصة من الغدة النخامية.

كما قد تستخدم عوامل نمو مختلفة لدفع نمو السمك من بينها المضادات الحيوية (خاصة في حالة نقص البروتين الحيواني لتدخلها في ميتابوليزم البروتين مما يجعلها تعوض نقصه لحد ما) والأحماض الأمينية والفيتامينات وكوريد الكوبلت ونترات الكوبلت والمعادن المختلفة، ووجد أن أكثرها تأثيراً كانت كلوريد الكوبلت، يليها النشا والبورون والمنجنيز في العليقة. ولحجم جزئيات العليقة تأثيرها على النمو، فأقصى نمو يكون على حجم معين لجزئيات الغذاء لا دونه ولا أكبر منه، ويزيادة طول السمك يزيد نسبياً حجم جزئيات الغذاء اللازمة لأقصى نمو، فالأسماك بطول ٤.٢ - ٢.٠ سم طول يكون أقصى نمو لها عندما تغذى على غذاء قطر جزئياته ٠.٢٢ - ٠.٢٦ × الطول الشوكي للسمك. وعموماً فإن أقصى نمو للسمك وزن ١٠ جم فأقل لا يتعدى ٣٥ جم/كجم/٠.٨٠ يوم.

إعادة نمو (تجديد Regeneration) أعضاء السمك :

تتمتع الأسماك بقدرتها على إعادة إنماء بعض الأعضاء الخارجية والداخلية بأنسجاسها. فقد وجد Sonnemann ١٩٧٥ انتشار معلومات منذ زمن بعيد عن قدرة السمك في إعادة نمو الطرف السفلي لخط الظهر، كما وجد Wunder & Schimke ١٩٢٥ أن المبروك يعيد نمو الخياشيم والقشور والذقن والزعانف وذلك إذا ماترك جزء ولو بسيط منها على الجسم عند الجراحة لتكون نقطة بداية (منبت) للتكاثر الجديد، إلا أنه لو أزيلت على سبيل المثال الزعنفة كلية فإنها لا تتجدد بل يلتئم الجرح ببساطة. وفي عام ١٩٥٣ درس Wunder إمكانية إعادة نمو الأعضاء الداخلية (مبايض، خصى، كبد، طحال، كلى) في المبروك. ووجد من إجمالى الدراسات في هذا الموضوع أن :

- ١ - بالنسبة للخصى : فإن إزالة إحدى الخصيتين كلية لا ينتج عنه أى نمو جديد فيها، بينما إزالة الخصيتين معا أدت إلى تكاثرهما من جديد على الجانبين. وإزالة نصف خصية فقط أدى إلى زيادة حجم الخصية الأخرى وعدم نمو الأولى. وعليه لإعادة النمو تتوقف على ما إذا كان قد استبقى جزء من النسيج المستول عن التكاثر ثانية في الجسم، وإذا أزيل نسيج الخصية والنسيج المحيط بها كلية فإنه لن يعاد فيها نمو، وقد يحدث نمو جنسى مخالف في الأسماك ثنائية الجنس، وإذا أزيل ربع الخصى فقط فإنها لا تتكاثر جديداً بل تزيد في الحجم فقط..
- ٢ - أما المبايض : ففي المبروك أدت إزالة كلى المبيضين إلى عدم إعادة نموها، كما أنه قد ينشأ تكاثر خصى مكانهما فيما يسمى بإعادة نمو جنسى مخالف Counter - Sexual Regeneration. كما أن إزالة أحد المبيضين بالنسيج المحيط لا تؤدي إلى إعادة نموه، بينما إذا تمت إزالة المبيض بحرص مع ترك النسيج المحيط فإنه يعيد نموه ثانية. ويؤدى عدم إزالة المبيض كلية إلى زيادة اتساع الجزء المتبقى كما يزيد امتداد الكلى على نفس الجانب

المزال منه المبيض ليشغل الحيز الناشئ من إزالة المبيض.

٣ - الكبد : لم يتمكن أى من Wunder ١٩٥٣ ، Maier ١٩٦١ وكذا Sonnemann ١٩٧٥ من اكتشاف أى نمو جديد فى الكبد بعد إزالته أجزائه، وعند إزالة أجزاء صغيرة من الكبد أدت إلى نمو الطحال مكانها وتم التئام جرح الكبد.

٤ - الطحال : رغم أن Topf ١٩٥٥ لم يحصل على أى نمو جديد فى الطحال إلا أن كل من Wunder ١٩٥٣ و Sonnemann ١٩٧٥ تمكنا من تحقيق إعادة نمو طحال المبروك، وعليه فيجب معرفة أن طحال المبروك متباين التركيب جدا، ففي كثير من الحالات يتكون من جزء أساسى وسلسلة من العقد الصغيرة موضوعة بين نسيج الكبد، وعموماً فإن العضو لو أزيل كاملا مع كل العقد والأطراف الخلفية فقد لا ينمو ثانية.

٥ - الكلى : أجريت دراسات على كلى المبروك فوجد أنه إذا أزيل منها الفص المركزى لم يحدث أى إعادة نمو، إلا أنه قد يحدث تضخم تمويضى فى الجهة المقابلة أو فى الميتانفرونات Metanephron ، وإذا زاد أو نقص حجم الأعضاء المجاورة فإن الفص المركزى الكلى إما أن يعاق نمو أو أن يزيد نموه، فمثلاً عند إزالة جزء من الفص يحدث تشوية فى شكل الكلى وعدم تناسقها ، إذ أن نمو الخصية الملائمة بشدة يثبط من تكوين الفص المركزى الكلى المجاور للخصية المزال جزء منها.

٦ - المثانة الهوائية : وجد أن إزالتها كاملة من المبروك لا تعيد نموها بل يمتد مكانها أعضاء أخرى فى الحيز الذى فرغ، وإذا أزيل الجزء الخلفى منها فإن الجرح يلتئم ولا يحدث إعادة نمو. وإذا شقت المثانة الهوائية طولياً فإن الجرح يلتئم وتعود المثانة الهوائية لوظائفها ثانية بسرعة. فالمثانة الهوائية ليس لديها استعداد لإعادة نموها، لكن لها قدرة فائقة على الاستشفاء وإعادة وظائفها بعد جرحها.

٧ - تداخل الأعضاء عقب العمليات : يشغل تجويف الجسم أعضاء عدة تتنافس فيما بينها على المساحة المتاحة، فإذا تضخم عضو فإنه يكون على حساب عضو آخر، فإزالة عضو كامل أو جزء من عضو يجعل العضو المجاور يمتد فى الفراغ الناشئ ، فمثلاً قد يحدث امتداد للفص الرئيسى للكلى فى الفراغ الناشئ من إزالة مبيض أو خصية، ويمتد الطحال كذلك فى الفراغ الناتج من إزالة جزء من الكبد، وإذا أزيلت المثانة الهوائية امتدت مكانها الأمعاء.

ومما سبق يتضح أن المبروك قدرة على إعادة نمو بعض أعضائه الداخلية (خصى، مبيض ، طحال) دون البعض الآخر (كبد ، كلى ، مثانة هوائية).

التجديد Recruitment

المقصود بالتجديد في عشيرة أسماك هو إضافة أعداد جديدة للعشيرة لتصير متاحة في فترة خاصة من حياتها، عادة هي المرحلة التي يتم صيدها فيها. والتتبع بالتجديد ليس عملية سهلة، وذلك لتوقفه على عدد الإناث وخصوبتها وخصائص الحجم والنمو. إذ أن الخصوبة تكون مرتفعة في مرحلة عمر دون أخرى، وبالتالي يتباين عدد البيض لكل وحدة وزن من الإناث البالغة. كما يتوقف التجديد كذلك على النفوق في العشيرة، وهذا هو الآخر متباين الأسباب (فيضانات، جفاف، انحرافات حرارية، رياح شديدة، تلوث، كثافة سمك عالية تؤدي للاقتراض Cannibalism وللأمراض وسحب الغذاء). وتقوم عشائر الأسماك بزيادة وتنظيم ذاتها، فمن تتبع عشائر الأسماك المنتشرة ثبت وجود علاقات محددة وأسس منظمة لتجديد العشيرة ذاتها، فدللت الدراسات على وجود علاقة ما بين وزن المبيض أو عدد البيض (خصوبة مطلقة Absolute Fecundity) بالنسبة لطول الجسم في صورة منحني بسيط أو لوغاريتمي يتحدد ميله حسب حالة النضج الجنسي، وهذه العلاقة توضحها المعادلة:

$$F = aL^b$$

حيث (F) الخصوبة، (L) طول السمك، (a, b) ثوابت.

ولا ترتبط الخصوبة ولا وزن المبيض بالعمر بشدة كارتباطها بالطول أو الوزن، إذ أن العلاقة بين الخصوبة ووزن الجسم محددة بعلاقة خط مستقيم Rectilinear Relationship وارتباط عال، وذلك لأن وزن المبيض والخصوبة يزيدان بقوة ترتبط بقياس أبعاد الجسم (كالطول)، وإن كان في بعض الحالات تكون النسبة بين الخصوبة المطلقة إلى وزن الجسم تميل إلى الانخفاض لحد ما بزيادة حجم (وعمر) الإناث مما يؤدي إلى انخفاض الخصوبة النسبية Relative Fecundity (وزن البيض / وحدة وزن الجسم) بتقدم وزن الجسم (أو العمر). ورغم ذلك فإنه يبدو من المقبول الإقرار بوجه عام أن الخصوبة تميل إلى الزيادة بزيادة حجم الجسم.

وحسب إنتاج البيض الكلي (E) لعشيرة ما بشكل أولي بافتراض أنه نسبة من الوزن الكلي للإناث البالغة وذلك من المعادلة:

$$E = S \times np^{-w}$$

حيث (np^{-w}) الوزن السنوي للجزء الناضج جنسيا من العشيرة، (S) النسبة المئوية للإناث الناضجة، (X) الخصوبة النسبية.

وزيادة العشيرة تكون نتيجة النمو بوجه عام في عشيرة السمك، والذي يشير إلى الوزن الإجمالي للسمك الصي الناتج في فترة زمنية معينة، والذي ينتج من تمثيل الغذاء، وبالتالي فإن وزن الغذاء المحلل (B_g) خلال فترة معينة أو خصم منه الفقد في إنتاج السمك نتيجة التنفس خلال نفس الفترة (B_T)

لاعطى مؤشراً للنمو أو الزيادة في الوزن أو في الإنتاج (P)

$$P = B_a - B_r$$

أو أن الإنتاج (p) محصلة طرح أوزان الفقد نتيجة التنفس (B_r) والروث (B_v) والبول (B_u) من وزن الغذاء المستهلك (B_c) خلال نفس الفترة :

$$P = B_c - [B_r + B_v + B_u]$$

والإنتاج السمكي يعرف بأنه تحويل إلى أنسجة جديدة في فترة زمنية في عشيرة نوع معين، ويشمل مجموع الاختلافات في النمو لجميع أفراد العشيرة الحية في أى وقت من الفترة. وتعرف الاختلافات النموية بأنها الزيادة الصافية أو النقص الصافي في كمية أنسجة أجسام أفراد العشيرة بغض النظر عن الأنسجة. وعليه فإن الإنتاج يكون نتيجة نمو أفراد السمك، والتغيرات النسيجية يعبر عنها بالتغير الوزني Gravimetric أو التغير في البروتين أو الدهن أو المحتوى الحرارى.

إلا أن نمو المناسل نوع إنتاجى مختلف عن الأنسجة الأخرى لارتفاع محتواها الحرارى، ولأنها تشكل أساساً لعشيرة الأجيال التالية أكثر منها للسمك ذاته المنتج للنسيج التناسلى.

ولحساب الإنتاج يتطلب الأمر معرفة أعداد وأوزان السمك أو معدل سرعة الزيادة في النمو ومتوسط الكتلة الحيوية Biomass في فترة ما. ويتأثر الإنتاج أو نمو الأفراد في عشيرة Population أو جماعة متجانسة العمر Cohort بمعدلات النفوق، وفقد الأفراد الأكبر خلال الهجرة، وفصول وقف النمو، وفقد الوزن خلال إنتاج البيض والمثى، وغير ذلك. والإنتاجية الكلية عبارة عن محصلة الانتاجية الطبيعية (إنتاج السمك من الغذاء الطبيعي) والانتاجية الراجعة للتسميد والانتاجية الراجعة للتغذية الصناعية.

وإنتاج السمك ليس نمواً وديناميكياً في العشيرة فقط بل هو كذلك يرتبط بعمليات الإنتاج الأخرى المعقدة لنظام البيئة المائية الذى تكون فيه الأسماك وأنشطتها جزءاً منه. فهناك المنافسة والمفترسات والفرائس والهرم الغذائى Trophic Pyramid وغيرها مما يؤثر على ديناميكية أنظمة تأثير البيئة المائية Aquatic Ecosystems

والمحصول السمكى عبارة عن الجزء من العشيرة الذى يحصل عليه الإنسان، ويعبر عنه بوحدات الوزن لكل وحدة زمن لكل وحدة مساحة. ويعبر عن الوزن بالوزن الرطب أو الكلى أو منزوع الكالسيوم أو الجاف خالى الرماد (مادة عضوية) أو بمحتوى النيتروجين أو القيمة الحرارية، والوزن الرطب لا يفضل استخدامه لتقديره. ومن المهم تقدير حجم العشيرة لفهم التغيرات الأساسية في عدد وتركيب العشيرة، ومنه يمكن تقدير المحصول السمكى كأساس للإدارة السليمة.

وقد جرى تقدير المحصول السمكى بالعد المباشر للعشيرة إذا كانت مركزة، ومتاح ذلك في بعض مراحل حياتها، إلا أن الأغلب تقديره بطرق غير مباشرة سواء منفردة أو متعددة، والأفضل استخدام عدة طرق مما لتقليل خطأ التقدير.

وينقسم المحصول إلى محصول كلى Gross Production ومحصول صاف Net Production والمحصول الكلى يشمل الكتلة الكلية بما فيها الكتلة المستخدمة فى التمثيل الغذائى والتي فقدت بالنفوق، بينما الإنتاج الصافى هو الفرق بين الإنتاج الكلى والفقء الراجع للميتابوليزم والنفوق .

ومن طرق قياس المحصول (العشيرة) :

١ - الإحصاء المباشـر Direct Enumeration :

وقد تتم بدراسة كثافة المنطقة بافتراض أن العشيرة لاتهاجر على الأقل فى أثناء فترة أخذ العينات . فتؤخذ عينات (مساحات) معلومة بصيد أسماكها بالسم أو الصدمة الكهربائية أو غيره ويقدر حجم السمك عدداً أو وزناً لكل وحدة مساحة ثم تنسب لحجم الماء الكلى فى الجسم المائى فيعرف حجم العشيرة.

وفى الأسماك المهاجرة يمكن توجيهها خلال صناديق جمع اللعد والفحص، سواء بعداد أو ملاحظ أو باستخدام أبراج للعد وملاحظين للعد بمساعدة خلفية مثل انعكاس القاع بالمعادن أو الأرضيات المطلية، وفى الأبراج يكفى العد ١٠ دقائق كل ساعة ومنها يحسب العدد فى فترة الهجرة الكلية . وقد تستبدل أبراج العد بأنابيب بلاستيك مجهزة من الداخل بأجهزة عد تحصى السمك أتوماتيكياً وتسجل العدادات هذا الإحصاء ، كما توجد كاميرات تليفزيونية ذات نواثر مغلقة متصلة بعدادات رقمية ومزودة بشريط فيديو لتسجيل السمك المار فى أى وقت من السنة . هذا ويمكن إحصاء العشيرة بالتصوير الفوتوجرافى الهوائى.

والأحواض الصغيرة تصمم بسهولة الصرف مع عمل أجزاء للصيد والإحصاء للعشيرة.

وقد يحصى البيض بماكينات خاصة تحت الماء، وبمعلومية عدد البيض للأثنى يعرف عدد الإناث ، وبمعلومية عدد الذكور اللازمة لتلقيح بيض كل أنثى يحسب عدد الذكور ، وبذلك يعرف حجم العشيرة من الذكور والإناث فلتقدير قطع سمك بمعلومية البيض الموضوع تستخدم المعادلة :

$$N = \frac{ne}{n} S$$

حيث (N) عدد السمك فى فوج وضع البيض ، (ne) عدد البيض فى المنطقة تحت البحث (n) متوسط إنتاج (خصوبة) الإناث ، (S) النسبة الجنسية .

ويقدر عدد البيض (ne) من المعادلة :

$$ne = \frac{n}{a} A$$

حيث (n) متوسط عدد البيض فى العينة، (a) مساحة منطقة العينة، (A) المساحة الكلية لمنطقة

وضع البيض.

وقد ترتبط الطرق الإحصائية بالسمع، وذلك بإستخدام مصدر صوتى، ومنه يمكن تتبع أثر السمك،

فيدل الصوت على وجود أو عدم وجود السمك ومنه يقدر حجم العشيرة بإعداد تسجيلات وجود السمك لكل

وحدة مساحة مستعرضة، وإن كانت هذه الطريقة لا تمكن من اكتشاف أسماك القاع العميق جداً.
كما تمكن إحصائيات الصيد (Catch Statistics (Catch & Fishing) ونتائجها الأولية من تحديد حجم العشرة التي يتذبذب عددها ويعكس ذلك بيانات الصيد. وقد تستخدم معادلة كالتالية :

$$P = \frac{An}{a} K$$

حيث (P) العشرة المقدرة، (A) المساحة الكلية، (n) عدد السمك في العينة، (k) كفاءة الشبكة المستخدمة، (a) مساحة منطقة العينة. أو المعادلة :

$$\bar{N} = \frac{C_1^2}{C_1 - C_2}$$

حيث (\bar{N}) حجم العشرة المقدر، (C_1) حجم الصيد الأول، (C_2) حجم الصيد الثاني. أو المعادلة :

$$P = \frac{Bc + Bm}{K}$$

حيث (p) حج العشرة المقدرة، (B_c) الصيد السنوي، (B_m) الكائنات الحية (أسماك) المستبعدة بسبب النفوق الطبيعي، (k) مكافئ لنسبة الإنتاج. وهذه تتوقف على جهد الصيد Catch Effort ، سواء كان الجهد متغيراً أو ثابتاً. ففي حالة الجهد المتغير يفترض أن الصيد لكل وحدة جهد - Catch ($\frac{C}{F}$) per - unit effort أو المعروفة باختصار (CPUE) تكافئ حجم العشرة (N) مضروباً في القابلية للصيد (q) في شكل المعادلة :

$$\frac{C}{F} = qN$$

فإذا رسمت العلاقة بين الصيد لكل وحدة جهد مقابل الصيد الكلي لنشأت علاقة خطية لها ميل Slope مساوٍ للقابلية للصيد (q) والجزء المقطوع Intercept (qN) مساوٍ للعشرة الأصلية مضروباً في القابلية للصيد، ومنه يقدر حجم العشرة بقسمة الجزء المحصور (من تحليل الارتداد) على الميل، أو بإيجاد نقطة تقاطع خط الارتداد مع الإحداثي السيني.

ويقدر الصيد / وحدة مجهود صيد للمركب بقسمة وزن أو عدد السمك على عدد لياالي الشبكة التي صيدت على المركب. وعدد لياالي الشبكة عبارة عن عد الشبكة المستخدم في الصيد على المركب مضروباً في عدد لياالي الصيد للمركب. ويؤخذ متوسط الصيد لكل وحدة جهد لمجموعة المراكب المستخدمة في صيد منطقة الدراسة ، فيكون هو CPUE للمنطقة . وقد تستخدم معادلة المحصول :

$$C_{max} = XMB_0$$

حيث (C_{max}) أقصى محصول (كجم / هكتار / سنة) ، (X) ثابت يمثل الإنتاج السنوي الكلي الممكن المحصول عليه من المصايد، (M) معدل النفوق الطبيعي، (B_0) متوسط الكتلة الحيوية (كجم / هكتار) ، وقد اقترح عادة قيم (X) حوالي 0.5 . .

٢ - الترقيم وإعادة الصيد Mark & Recapture :

وهي من أبسط وأكثر الطرق استخداماً وتعرف كذلك بنسبة بيترسن Petersen Ratio ، وفيها تجمع عينة سمك وتعلم ويترك ثانية في الماء، وبعد فترة يعاد صيد عينة أخرى تحتوي أسماكاً معلمة وغير معلمة. وتعتمد الطريقة على افتراض عام هو أن نسبة السمك المعلم المعاد صيده إلى إجمالي الصيد الثاني كنسبة إجمالي السمك المعلم أولاً إلى إجمالي العشيرة، وكذلك على افتراضات أن السمك المعلم في الفترة من إعادته للماء وحتى إعادة صيده لم يعاني من أى زيادة في النفوق أو الهجرة عن السمك غير المعلم، وأنه لم تفقد علامات ، ولم تهمل أسماك معلمة معاد صيدها ، وأن السمك المعلم تم صيده بنفس معدل السمك غير المعلم (أى أن السمك المعلم موزع عشوائياً) ، وأنه لم يحدث إضافات للعشيرة. وقد يطلق على طريقة بيترسن هذه الإحصاء الفردي Single Census وفيها يتم حساب حجم العشيرة من المعادلة :

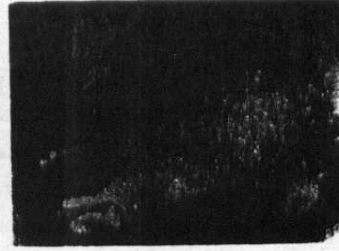
$$\hat{N} = MC / R$$

حيث إن \hat{N} حجم العشيرة المقدرة، (M) عدد السمك المعلم أولاً، (C) حجم العينة المعاد صيدها (معلمة وغير معلمة)، (R) عدد السمك المعلم المعاد صيده . ويكون هذا الإحصاء لحجم العشيرة وقت الترقيم أى في زمن العينة الأولى وليس لزمن إعادة الصيد.

وهناك نماذج أخرى لطريقة التعلیم وإعادة الصيد يكون فيها الحصر مضاعفاً Multiple Census بأخذ عينات سمك مستمرة لفترة من الزمن وتعلیم السمك الجديد (والسمك المرقم من قبل يعتبر معاد صيده) وإرجاع السمك كله ثانية للماء، ويفترض في هذه النماذج عشوائية أخذ العينات أو عشوائية خلط السمك المعلم وغير المعلم، ومعرفة كل العلامات، وعدم التجديد في العشيرة، وتختلف هذه النماذج للإحصاء المضاعف من حيث إذا ما كانت لا تأخذ في الاعتبار نسبة النفوق أو إذا كانت نسبة النفوق معلومة أو غير معلومة ولكل نموذج منها بالتالي معادلة خاصة لحساب حجم العشيرة.



سمكة مبروك عمر 1 سنوات
مرقمة بقلم نترات فضة



سمكة تراوت مرقمة بعلامة
معدنية في الفك السفلي

وهناك من طرق المسح Survey Removal ما يمكن من حصر حجم عشيرة من نوعين أو عمريين أو جنسين مختلفين.

ويستخدم الترقيم في تقدير حجم العشيرة ، كذلك في دراسة الهجرة وتوزيع ونمو ونفوق الأسماك . وتستخدم فيه مرقمات Tags من الفينيل أو المعدن أو البلاستيك . وفيها يفترض أن نسبة النفوق في السمك المعلم هي ذاتها في غير المعلم، وأن الأسماك لا تفقد علاماتها ، وأنها تختلط بالأسماك الأخرى عشوائياً، وأنها يعاد صيدها جميعاً. والعلامات المستخدمة في الترقيم والتعليم Marking & Tagging يشترط أن تكون رخيصة، سهلة التصنيع، توضع بآله حتى يمكن إنجاز ترقيم آلاف الأسماك، وألا تعيق حركة عوم السمك، وألا تجذب المفترسات ، وأن تكون سهلة التمييز بالنظر للباحث. ومنها الداخلي أو الخارجي ، فمنها المشبك (في الزعنفة) ومنها كلوريد بولي فينيل (داخلي) لترقيم الجمبري لا يزيد طولها عن ٥ مم ، ومنها أقراص بيترسن ١٦ مم (بوضع قرصين بينهما سلك)، وأعلام بلاستيكية ، وأرقام اسباكتي داخلية وغيرها.

٣ - دلائل الإنتاج Production Indices :

درست علاقة إنتاجية المياه بخصائص المياه المختلفة كالمساحة ، ومتوسط العمق، وأقصى عمق، وتطور الشواطئ، ومتوسط درجات الحرارة، وأعلى متوسط حراري ، ومكونات المياه المختلفة (كمغذيات للطحالب التي تتغذى عليها الأسماك)، والجوامد الذائبة الكلية، والهوائ ، وحيوانات القاع، وصيد السمك، وذلك كدلائل للإنتاج . وأبسط هذه النماذج دليل ريدير (MEI) Ryder's Morphoedaphic Index ومنه نحصل على محصول السمك (Y) بمعلومية الجوامد الذائبة الكلية (T) ومتوسط العمق (D) من المعادلة :

$$Y = 2 \sqrt{T/D}$$

وهو دليل إنتاجي مفيد للتقدير السريع للمحصول، وإن كان كفاءة من هذه الدلائل لا يأخذ في الاعتبار ديناميكية عشيرة السمك؛ إلا أنه يعطي مؤشرات عريضة تتطلب نمودجاً آخر أدق لحساب المحصول يأخذ في اعتباره الكتلة الحيوية للعشيرة والنمو ومجهود الصيد والنفوق وقد يعبر عن هذا الدليل (MEI) كذلك بالمعادلة :

$$MEI = \frac{\text{Conductivity } (\mu \text{ mhos / cm})}{\text{mean depth (cm)}}$$

أي نسبة التوصيل الكهربى (أو المواد الصلبة الذائبة) إلى متوسط العمق وذلك كمؤشر لإنتاج السمك بالكيلو / هكتار / سنة. فقد اعتبر أن العمق عامل يحمل علاقة عكسية للكتلة البيولوجية والإنتاج وغيره ، كما ترتبط الجوامد الذائبة الكلية بمستويات المغذيات، لذلك فإن هذا الدليل يجمع عدداً من العوامل المؤثرة على الإنتاج العوضى ، فهو دليل يرتبط إيجابياً بإنتاج السمك، كما يتأثر هذا الدليل بالجو والكتلة البيولوجية والإنتاج.

العمر Age :

وهو عبارة عن الفترة الزمنية من الفقس أو الولادة وحتى الموت أو الصيد . ويختلف عمر الأسماك حسب نوعها ومناطق معيشتها ، فأسماك المناطق الدافئة سريعة النمو المستمر تكون أعمارها أقصر منه في أسماك المناطق الباردة طويلة العمر . فهناك أسماك طول حياتها ٣ سنوات وأسمك أخرى عمرها ٥٠ سنة وأكثر كالحفش Sturgeon . فالأسماك التجارية كالقذ والرنجة والبليس لها أعمار على الترتيب في المتوسط ١٠ ، ٢٠ ، ٣٠ سنة ، ورنجة بحر الشمال تعيش ١٠ - ١٥ سنة ، وفي بحر النرويج ٢٠ - ٢٥ سنة (لأنها أكبر نوعاً) . والسالمون في المحيط الهادئ يعيش ٢ - ٤ سنوات ، والبساريا ٣ - ٤ سنوات . فالتاريخ الطبيعي للسماك مهم لفهم حركة القطيع . ويعبر عن العمر عادة بالأيام لصغار الأسماك، بينما يعبر عنه بالسنوات للأفراد الأكبر عمراً . ويقيد تحديد العمر في التنبؤ بطول الحياة، وتسجيل معدلات النمو، ومعرفة العمر عند النضج الجنسي، والعمر عند الهجرات الهامة، وفي معرفة الفترات الحرجة في تاريخ حياة السمك . فاقضل تقييم للنمو أو التغيير في حجم السمك يكون على أساس معدل Rate Basis وليس كوزن مطلق، وعليه فالقياس الوقتي كالعمر يعتبر أساسياً في دراسة النمو. فتحديد عمر السمك شيء أساسي في قرارات إدارة المصايد والإجراءات اللازمة لتحقيق نتائج صالحة وحقيقية . فتحديد العمر في السمك من أهم العوامل في دراسة ديناميكية عشائر السمك فهو أساس لحسابات تؤدي إلى معرفة النمو والتفوق والإنتشار والعوامل الأساسية الأخرى للعشائر.

طرق تقدير العمر Methods of Determining Age

هناك طرق مباشرة تعتمد على الأسماك معلومة العمر ولو جزئياً ، وهذه الطرق المباشرة عادة لا تستخدم مستقلة لكن تستخدم عادة لاختبار الطرق الأخرى غير المباشرة مثل توزيع تكرارات الأطوال Length Frequency Distributions والتدرج الشكلي Modal Progression المستخدمان في تقدير العمر النسبي لصغار الأسماك . وهذه عادة تستخدم في تأكيد طرق أخرى، خاصة تلك التي تعتمد على الأنسجة الكسبية في تقدير العمر.

١ - طرق مباشرة : أدق تقدير للعمر في الأسماك تحت ظروف التفريخ الصناعي والرعاية شبة الطبيعية في الأحواض Ponds. ويمكن تقدير العمر بدقة بتخزين هذه الأسماك في البيئة الطبيعية إذا أعيد صيدها والتعرف عليها، وذلك قد يستخدم معها علامات مرقمة Numbered Tags لتعليم الأسماك (في زعانفها أو غطاء خيشومها أو فكوكها) منفردة أو بالوشم أو بالصيغ لتتبع عمرها . وهي طريقة مكلفة ومستهلكة للوقت ومحددة القيمة لاعتمادها على عدد قليل والذي يكون لحد ما غير طبيعي لظروفه الصناعية في الإخصاب والفقس والرعاية لجزء من حياة الأسماك، وكذلك لصيدها المتكرر وتداولها بيد الإنسان وقد تجرح أو تشوه Mutilate خاصة عند الترقيم فيؤثر كل ذلك على نموها الطبيعي خاصة لو قصرت طول فترة الدراسة.

٢ - تحليل تكرار الطول وتدرج الشكل : تستخدم من نهاية القرن التاسع عشر، ولا تقيد في الأعمار الأكبر من ٢ - ٤ سنوات، ومن مساوئ هذه الطريقة أنه قد يتم القس في أوقات غير منتظمة فيؤدى ذلك إلى إنتاج مجاميع متباينة الحجم فتختلف أعمارها المقدره بهذه الطريقة ، كما أن جزء من أسماك نفس العمر قم ينمو تحت ظروف مغايرة فيندرج تحت مجاميع حجمية مختلفة، رغم أنها من نفس العمر، لذا تتطلب هذه الطريقة عينات عشوائية كبيرة من العشيرة، وقد تكون في الطريقة الوحيدة لتقدير عمر الأسماك عديمة القشور أو إن كان صعب تفسير القشور والأجزاء الصلبة الأخرى. ودقة النتائج ينبغي سحب العينة على فترات قصيرة لتقليل تأثيرات النمو الموسمية، وأن تحتوي العينة على مدى واسع من الأحجام وعدد كاف من الأسماك الأصغر في العشيرة، وكل شكل ينبغي أن يعكس التجديد السنوى، فيساعد التدرج الشكلى في تأكيد العمر، إذ يفترض أن منحنيات أشكال توزيعات تكرار الطول لعينة سمك تظهر عمر المجاميع . وقد ابتكر العالم الدنماركى بيترسن Petersen ١٨٩١ هذه الطريقة لأول مرة لذا فتسمى باسمه ، وهى تفضل استخدامها للأسماك الصغيرة التى تتكاثر مرة واحدة في العام، وتعتمد على قياس أطوال نوع معين من السمك ورسم المنحني البياني للتوزيع الطبيعي بين الطول والتكرار (عدد الأفراد) . ولحدوث تداخل Overlapping بين مجاميع الأعمار المقاربة فإنه ينبغي توفير الاحتياطات المذكورة عالية مع تأكيد العمر باتباع طريقة أخرى للتقدير.

٣ - تفسير الأنسجة المتكلسة : إذ أن جميع الأجزاء الصلبة للهيكل العظمى أو الأنسجة شبة (الصلبة) العظمية أو المتكلسة Calcified تنمو بزيادة طبقات أو حلقات نمو مستمرة طوال فترة حياة الأسماك، وتفسير حلقات الأنسجة العظمية هذه تعرف بأصطلاح Osseochronometry وهى طريقة قد ترجع لأكثر من ٢٣٠ سنة وهى أكثر الطرق استخداما لتقدير عمر الأسماك، ويستخدم فيها القشور وأحجار الأذن والأشواك والأشعة الزعنفية والفقرات وغطاء الخياشيم والأسنان وغيرها من التراكيب العظمية. وتعتمد هذه الطريقة على وصف مبسط نظري لظهور التراكيب كليا أو جزئيا (على بداية النسيج ويتدرج إلى الحواف) وذلك بعد إعدادها ومعاملتها لفحصها بطرق مختلفة بعد ذلك لتفسير مختلف العلامات Checks وفترات الراحة Breacks أو التغيرات في المسافات بين الدوائر Circuli على القشور Scales أو المناطق المختلفة (في تراكيب متكلسة أخرى) بصريا على أساس جلائها أو شفافيتها النسبية Relative Translucency. ويعتمد تفسير هذه العلامات أو المناطق الشفافة علي استمرارها أو مداها وموقعها وجودة النسيج المرتبط. وتحدد العلامات أو الحلقات العمر بالسنين .

وتعرف الحلقة Annulus بأنها تحديد لعلامة موضعية دقيق لتقييم النمو (علي أو في التركيب المتكلس) مرتبطة بحافة حلقة مركزية في شكل علامة على القشور أو منطقة شفافة في تراكيب متكلسة أخرى يمكن كشفها في كل مناطق التركيب وتحدث سنويا وتسمح بتفسير نظام النمو في النسيج المتكلس لتفسر في شكل عمر. وعادة يعتبر كل حلقتين متعاقبتين تحددان سنة ميلادية من نمو النسيج المتكلس. وليس مفهوم بالضبط النظام الفسيولوجي الخاص المسبب لتكوين العلامات الشفافة والمناطق المعتمة (أى فترتي وقف النمو وزيادة النمو) ولا تعرف العوامل المسببة لتكوين هذه الحلقات إلا أنها تنشأ بفعل عدم انتظام النمو والميتابوليزم نتيجة التغيرات الموسمية في الغذاء ودرجة الحرارة والتبويض ، إذ أنه في الشتاء عندما يقل أو يوقف النمو تعاني هذه الأنسجة من بعض إعادة الامتصاص Reabsorption من مكونات نهاياتها، وعندما يعاود السمك نموه في الربيع يحدث علامات واضحة تعرف بالحلقات والتي تستخدم في تحديد العمر. وهناك حلقات كاذبة False Annuli تختلف عن الحلقات الحقيقية في أنها عادة غير مكتملة وغير منتظمة وتوجد في جزء واحد فقط من التركيب وليست في كل التراكيب المتشابهة، كما أنها تحمل خصائص نوعية غالبا تدل على أنها لم تتكون في أثناء نقص النمو السنوي الأساسي.

وتفحص القشور تحت الميكروسكوب وقد تكبر ظلالتها على شاشة ، بينما الأجزاء العظمية والأسنان والأشواك يجرى نشرها بمنشار جواهرجي لعمل قطاعات رقيقة ثم تلمع القطاعات لفحصها ، والعظام الدقيقة يمكن جعلها شفافة بالمعاملة الكيميائية ثم فحصها مباشرة ، ثم تصنف العلامات لتحديد العلامات الحقيقية ، علما بأن الأسماك قد لا تكون علامات في أول سنة من العمر كما قد تختفي العلامات في العمر الكبير ويصعب تحديدها . وتضاهي النتائج للعمر بنتائج تقدير العمر بطريقة أخرى ، وعادة يكون التركيب الحلقى معروف لكل باحث في مجموعة من الأنواع .

أ - القشور :

أشهر التراكيب الكلسية استخداما في تقدير أعمار الأسماك العظمية . وتبدأ القشرة بالجزء المركزي المثلث لصفيحة القشرة، ثم تتكون حولها دوائر أو حلقات ترتبط بالمواسم (من حيث درجات الحرارة والتغذية) كما ترتبط بالعمر. وليس هناك بديل عن الخبرة في قراءة القشور (رغم وجود قوائم بخواص القشور المستخدمة في تحديد العمر) ، إذ لكل نوع من السمك قشور ذات مميزات خاصة بها لا تعرف إلا بالملاحظة . ومن أسباب شيوع استخدام القشور في تحديد العمر :

- ١ - هي أوفر في الوقت والأجهزة وأسهل أداء لتقدير عمر الأسماك حتى في المناطق الحارة.
- ٢ - سهولة الحصول عليها وبأعداد كبيرة دون الإضرار بالسمك.
- ٣ - تظهر حلقات العمر واضحة ومتناسبة مع حجم الجسم (طول الجسم يرتبط بالجذر التربيعي لمساحة القشرة).
- ٤ - سهولة حفظها وضغطها على الشرائح للفحص.

٥ - نفاذيتها للضوء وسهولة صبغها للفحص.

إلا أن استخدام القشور في تحديد العمر يؤدي في بعض أنواع السمك إلى تقديرات منخفضة جدا عن العمر الحقيقي، وسوء التقدير أشد في أسماك المياه المالحة عنه في أسماك المياه العذبة، لذلك يقدر العمر في هذه الحالات باستخدام قطاعات من الأشعة الزعنفية لتحديد عمر الأسماك المعمرة، مع الاهتمام في هذه القطاعات باختيار تركيب مناسب من الزعانف وأشعتها مع دقة زاوية وسمك التقطيع لدقة ظهور حلقاتها المحددة للعمر. وعموما فإن أول استخدام للقشور في تحديد عمر الأسماك كان في سمك المبروك عام ١٨٩٨ ثم اتجهت الدراسات للأسماك البحرية لمدة ٣٠ سنة التالية، لكن حدث الآن تطور في هذا الأسلوب بعمل بصمات بلاستيكية Palstic Impressions وبرامج كومبيوتر تؤدي إلى حسابات العمر في الأسماك (من خطوط ارتداد) في أقل وقت ممكن ورغم استخدام القشور في تحديد العمر والنمو في الأسماك البحرية منذ ما يقرب من القرن من الزمان فإن استخدامها في أسماك الماء العذب بدأ فقط منذ نصف قرن وعسوماً يجب أن يتوفر في القشور المدروسة :

١ - ثبات عددها طول حياة السمك، لذا تؤخذ من أكثر مناطق الجسم حماية.

٢ - زيادة حجمها مع نمو جسم السمك (في تناسب)

٣ - أن يكون تكوين حلقاتها سنوياً وفي نفس الوقت من كل عام تقريباً .

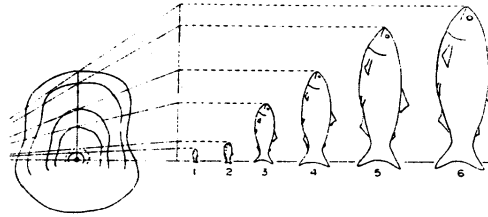
٤ - أن تكون قياسية في تحديد العمر، لذا تحدد مناطق نزاعها من على جسم السمك حسب كل نوع

٥ - ثبات شكل القشور واحتوائها على أقصى عدد من الحلقات ، بغض النظر عن حجمها الذي يرتبط بالنوع .

كما يلزم معرفة المعلومات البيئية الأساسية (كفترة التكاثر وموسم الأمطار ومستوى الماء وفرة الغذاء وغيرها) وتاريخ حياة الأسماك بسهولة تفسير وتحليل عدم انتظام أشكال الحلقات على القشور. إذ قد ترجع علامات وقف النمو Growth Stop Marks في قشور الأسماك إلى سلوك هجرة الأسماك المرتبطة بفترات عدم وفرة الغذاء أو لأوقات النضج الجنسي. ودقة عد الحلقات في فترة تجريبية محددة يمكن بدايتها بترقيم أو تعليم بيولوجي Biological Tagging أى بعلامات وقف النمو على القشور بفترة صياح قصيرة للأسماك في بداية التجربة لتمييز الحلقات الجديدة التي تتكون خلال التجربة. ويجب تعريف القشور القياسية Standard Scales لكل نوع سمكي على حدة من حيث موقعها على جسم السمك وحجمها وشكلها. وفي معظم أنواع السمك تظهر أول قشور بعد فترة ٢ - ٤ أسابيع من إخصاب البيض، وهناك نظام في تكوين الحلقات Sclerites على القشور كل يوم أوكل يومين في عديد من الأنواع ومن بينها البلطي.

وللفحص تجمع القشور القياسية وتحفظ جافة ونظيفة بين ورقتين لحين فحصها، وقد تنظف بالماء الدافئ مع استعمال فرشاة لطيفة لإزالة العالق بها من الأنسجة الأخرى، أو تنقع في محلول مخفف من

الصودا الكاوية للتنظيف كذلك، وقد تعامل بتترات الكوبلت وكبريتات الأمونيوم. وقد تغسل بالأيثانول ٧٠٪ ثم توضع في kaisers glyceringelatine تحت غطاء زجاجي، أو تصبغ بإحدى الصبغات المتوفرة ثم تفحص ميكروسكوبيا (وقد تؤخذ طيعتها أو بصمتها بضغطها على شريط بلاستيك من خلاات السليولوز وتفحص هذه الطبعة بدلا من القشور ذاتها)، وقد تثبت القشور، على شرائح زجاج بالجلسرين والبلسم والصمغ العربي للفحص.



علاقة حجم (طول) الأسماك بنصف قطر قشورها



إحدى قشور أسماك السالمون توضح بؤرة (مركز) القشرة وحلقاتها السنوية



جهاز تكبير لعرض وقراءة وقياس قشور السمك

وطرز القشور Scale Patterns وتكويناتها Configurations خاصة بكل نوع سمكى لذا تستخدم فى تمييز الأنواع .



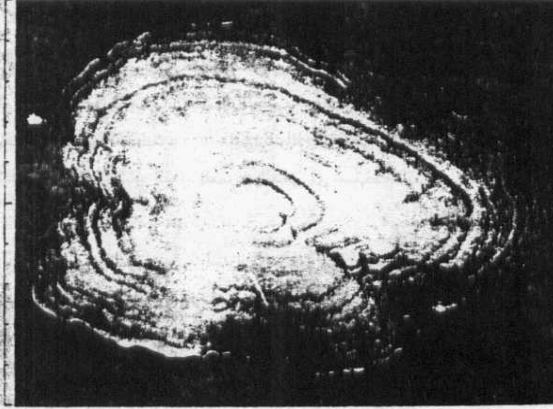
لأعلى وعلى اليسار قشور أسماك عضلية الرئة ، وفى الوسط لأسماك هجين عضلية الرئة مع الكراكى الشمالى ، وعلى اليمين لأسماك الكراكى الشمالى ، لبيان اختلاف الطرز للقشور .
وفى الوسط بؤرة نفس القشور . ولأسفل ترتيب تكوينات حلقات نفس القشور .

ب - حجر الأذن (Earstone otolith) :

هو تراكيمات كلسية في التيه الغشائي للأذن الداخلية للفقاريات النخاع أو في أعضاء السمع، وهذه الأحجار أو الحصى أو صخور الأذن توجد في الأسماك العظمية وعددها ستة (٣ على كل جانب) ، والحجر المستخدم في تقدير العمر هو Sagitta or Sacculolith والذي يقع في كيس Sacculus الأذن الداخلية. ويستخدم لاختبار دقة تحليل القشور لتقدير العمر (والعكس أى تستخدم القشور لتأكيد تحليل أحجار الأذن).

ويستخدم الإشعاع الضوئي وانعكاسه لتحديد النمو العظمي وعلاقتها بالعمر وتميز الحلقات السنوية بأرقام رومانية تدل على العمر بالسنين. واستخدام حجر الأذن لا يفيد كثيراً في تحديد عمر الأسماك المعمرة بسبب اندماج الإضافات العظمية مع بعضها. وقد تستخدم كذلك حجم أو وزن هذه الأحجار في تحديد عمر بعض أنواع الأسماك، لكن الأغلب فيها تقدير العمر بعد الحلقات اليومية على حجر الأذن خاصة في مراحل النمو الأولى التي تتكون خلالها بانتظام بدون ارتباط بطول السمك وقطر حجر الأذن ، إلا أنها طريقة تتطلب تجهيزات معقدة عن طريقة تحليل القشور، ولا يؤخذ عدد حلقات حجر الأذن فقط في الاعتبار في تحديد عمر الأسماك بل كذلك المسافة بين هذه الحلقات المتعاقبة Length Increment على نفس الحجر ومعظم الأسماك البحرية لها علامات واضحة على حجر الأذن، وهذه العلامات قد تكون سنوية في بعض الأنواع ولا سنوية في أنواع أخرى، والبعض الآخر ليس على حجر أذنه أى علامات واضحة ، وحجر الأذن للأسماك القطبية يختلف عنه في أسماك المناطق المعتدلة ، لذلك نصح باستخدام العلامات اليومية، على حجر الأذن في تحديد العمر. والمظهر العام لحجر الأذن شفاف Hyaline مع وجود مناطق رقيقة غير شفافة Opaque، ودراسة حجر الأذن بالميكروسكوب الإلكتروني توضح تراكيبه المنشورية من مادة بللورية تجرى في أشعة من مركز الحجر إلى الخارج جهة الحافة، وكل منشور بللوري يتكون من ألياف بللورية تتركب من بللورات صفراء مرتبة بطول محاور النمو. وتؤدي الاختلافات الإيقاعية في ترسيب البللورات الصغيرة والمواد العضوية المحيطة Matrix في دائرة يومية تؤدي إلى تكوين زيادات نمو يومية، وكل زيادة تتكون من وحدة مستمرة وأخرى غير مستمرة، ويؤدي حجم واستمرارية البللورات الصغيرة إلى تكوين هذه الوحدات معتمدة على معدل النمو. وقد توجد تناقضات بين تقدير العمر من حجر الأذن وبين العمر المقدر من القشور في بعض الأسماك ، بلغت هذه الاختلافات حوالي ٥١ ٪ إلا أنها انخفضت لنفس نوع السمك من موقع آخر إلى ٦ ٪ فقط، لذا قد ترجع هذه الاختلافات إلى تباين الغذاء بين الأجسام المائية المختلفة. وقد تستخدم نسبة العناصر (كنسبة الاسترانسيوم إلى الكالسيوم) المتحصل عليها بالميكروسكوب الإلكتروني بأشعة إكس لأحجار أذن سمك الثعبان لتقدير العمر.

حجر أذن لأحد
أسماك القوايع
Halibut عمر ١٢
سنة

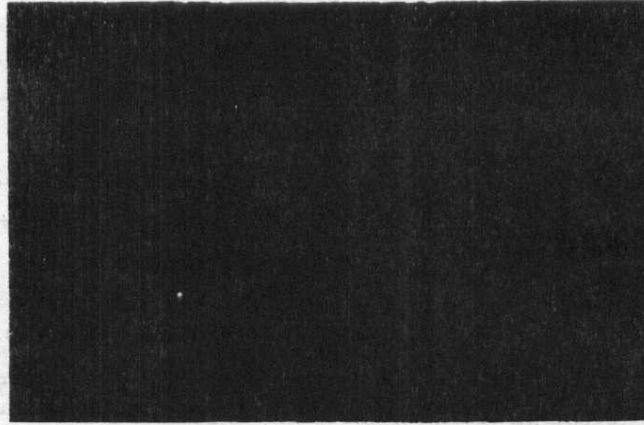


ج - تراكيب عظمية أخرى :

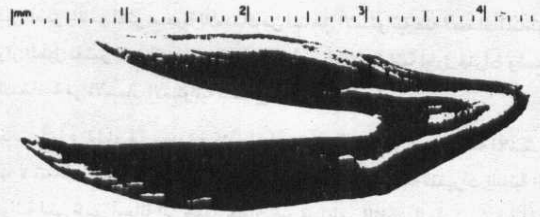
استخدم Mann, 1976 عظام الغطاء الخيشومي Opercular Bones لأسماك الكراكي pike في تحديد العمر والحساب الرجعي للنمو Back Calculated Growth. كما وجد Mc Farlane & Beamish (1987) أن الحلقات المتكونة على الأشواك الظهرية في سمك كلب البحر الشوكي Spiny Dogfish بعد تعليمها (صبغها) بالأوكسي تتراسيكلين oxytetracycline (الذي تحقن به الأسماك بمعدل ٥٠ مجم/كجم) تتماثل مع تلك الأسماك الحرة بدون تعليم وقد اعتبر أن تحديد العمر بهذه الطريقة مقبول لهذه الأسماك. وأوضح Cailliet & Radtke, 1987 أن أسماك القرش يمكن تسنيها باستخدام الشروط الشفافة والمعتمة في مراكز فقراتها وذلك باستخدام التحليل بالميكروسكوب الإلكتروني للكالسيوم والفسفور فيها، فقد كانت عدد المنحنيات في تركيزات الكالسيوم والفسفور مساوية لعدد شرائط النمو المعتمة المقدرة من صورة أشعة إكس أو من القطاعات الفقارية. إلا أنه كما تندمج حلقات حجر الأذن وتتزاخم عند الحافة، فإن العمود الفقري كذلك لا تنمو أجزاؤه المختلفة بنفس النسب. لذلك فإن بعض قطاعاته تكون مضللة في تقدير العمر.

وتستخدم أكبر عظام الحزام الكتفي cleithra في أسماك الكراكي في تقدير عمرها كذلك، ووجد أن مناطقها المعتمة تتكون أسرع مما تتكون المناطق الشفافة. فهذه المناطق في الأنسجة الكسبية تعكس التغيرات في معدل النمو، فمقارنة هذه المفاصل متماثلة الحجم من عشرين نجد أنها للأسماك بطيئة النمو تنفذ ضوء أكثر لأنها بها مناطق شفافة أكثر وأعرض، كما أن المناطق المعتمة كانت أقل سمكا. وتزيد الكثافة النوعية والرماد لهذه المفاصل بزيادة عمر السمك وبانخفاض معدل النمو. وكان المحتوى النيتروجيني

مرتبطا عكسيا مع الكثافة النوعية والرماد، فكان مرتقعا في المفاصل الأصغر ويزيد بزيادة معدل النمو. وثبت أن المناطق الشفافة تحتوى على كالسيوم ومحتوى غير عضوى كلى أعلى مما فى المناطق المعتمة، كما أن الكالسيوم والمحتوى غير العضوى الكلى فى كلا المنطقتين (شفافة ومعتمة) يزيد بزيادة العمر ويانخفاض معدل النمو. ويتناسب محتوى الكالسيوم والمعادن الكلية عكسيا مع الكثافة الضوئية، فهناك مناطق ضوئية وكيمياوية مرتبطة بالعمر. وتؤكد الأبحاث على أهمية ميتابوليزم البروتين فى التأثير على



صورة مكبرة لقطاع طولى فى حجر أذن (تدريز سهمى Sagitta) فى حنشان أمريكى طوله ٨٠ سم ووزن ١,٢١ كجم وعمره ١٦ سنة تظهر عليه المناطق كما لو كانت على سطح حجر أذن .



قطاع طولى فى ناب Canine tooth عجل بحر Seal ذكر عمره ٩ سنوات

نمو النسيج المتكلس ومناطقه الضوئية من خلال تخليق الأرضية Matrix البروتينية، وعليه فأي عامل يؤثر على معدل النمو التراكمي Appositional للأرضية البروتينية للنسيج المتكلس سيسجل في شكل اختلافات تكسية.

صلاحيات طرق تقدير العمر :

قد تكون إجراءات وتفسير طريقة معينة صالحة لأنواع سمكية معينة تحت ظروف خاصة، ولا ينبغي افتراض صلاحية نفس الطريقة لأنواع وظروف أخرى. كما أن تغييرات الظروف المؤثرة على معدل النمو تستوجب إعادة تأكيد صلاحية الطرق المختلفة للأنواع المختلفة، فعملية تحقيق صلاحية طريقة تقدير العمر يجب أن تكون عملية مستمرة، ويتم هذا التأكيد بمقارنة عدة طرق لتقدير العمر معاً، وأيضاً بفحص تراكيب أسماك معلومة العمر وتعيش في بيئة طبيعية أو في الأسر تحت ظروف شبة طبيعية.

وهناك ارتباط جيد بين العمر المقدر من التراكيب الكسبية والعمر الحقيقي للسمك الصغير العمر والسمك سريع النمو، ثم يظهر الفرق بين العمرين (المقدر والحقيقي) بزيادة العمر وخفض معدل النمو، إذ يصير العمر المقدر من القشور أقل من الحقيقي في الأسماك الأكبر عمراً والأفراد الأبطأ نمواً.

ولاختبار دقة طريقة التركيب المتكلس لتقدير العمر والنمو هي تعليم Labelling النسيج المتكلس وذلك بصيد السمك وترقيمه ثم حقنه بمرقم Marker مثل الفلوروكروم Fluorochrome أو التتراسيكلين ثم ترك السمك في الماء ليصاد مرة أخرى بعد فترة معلومة لفحص الأنسجة الكسبية الملونة بالمرقم لبيان ارتباط تركيبها بالمدة الزمنية المنقضية بين ترقيمها وإعادة صيدها، ويجب إجراء اختبار صحة تقدير العمر لكل مجموعة عمرية معروفة . ونظراً إلى أن السمك معلوم العمر ليس متوفراً دائماً، لذلك تستخدم طرق غير مباشرة لتأكيد العمر المقدر، مثل توزيعات تكرار طول السمك المرتبط بعمر السمك. ومن طرق تأكيد العمر المقدر كذلك استخدام بعض الظروف البيئية والفسيولوجية المعروف عنها ارتباطها بالدقيق بالعمر كما في أول النضج الجنسي والتبويض عندما يحدث في عمر معين.

تقدير عمر الأسماك الاستوائية :

يعد تقدير العمر والنمو أكثر صعوبة للأسماك من المناطق الاستوائية عنه لأسماك المناطق المعتدلة، فتوزيعات تكرار الطول تعتبر عادة أقل فائدة لكثير من الأسماك الاستوائية لطول فترات وضع بيضها ، ويزيد تأكيد ذلك خاصة في الأسماك الاستوائية الصغيرة.

فقد وجد من أنواع البلطي في بحيرة فيكتوريا ما يحتوى على قشور غير منتظمة الاستدارة، علاوة على أن حلقاتها لا تتماثل مع حلقات القشور للأنواع من المناطق المعتدلة، وذلك للتغيرات البيئية السنوية في المناطق الاستوائية التي تؤدي أحياناً إلى ظهور حلقات نمو قد تظهر التغيير الحاد في نوعية المياه من ماء شروب Brackish إلى ماء عذب Fresh في موسم الأمطار.

كما أن بعض أسماك نيجيريا لا تظهر قشورها علامات لكن غطاء خيشومها يحتوى علامات تظهر بنظام سنوى بعضها مرتبط بموسم المطر (يونيه / يوليه) وقلة الغذاء والبعض الآخر مرتبط بانخفاض درجة الحرارة فى الشتاء (يناير) . ونفس هذه الملاحظات سجلت على ستة أنواع سمكية فى المكسيك.

ومع ذلك فلاسماك المناطق الاستوائية أنسجة متكلسة تحتوى على علامات ومناطق يمكن استخدامها فى تقدير العمر بدقة ، لكن المهم تحديد نوع النسيج هذا ومواقعة القياسية الدقيقة وخواصه الثابتة وذلك لكل نوع على حدة، سواء كانت قشورا أو أحجار أذان أو غطاء خيشومياً أو غيرها.

الجهاز العظمي أو الهيكلى Skeleton

فى الأسماك الغضروفية يتكون الهيكل من غضاريف ، ويكون الجمجمة (قرنينوم ومحافظة حس وأقواس حشوية) والعمود الفقرى (منطقتى الجذع والذيل) ذو الفقرات مقعرة الوجهين ثم المزامان (صدرى وحوضي) والزعانف، وفقرات الجذع تحمل ضلوعاً . بينما الأسماك العظمية لها هيكل كما فى الأسماك الغضروفية لكنه عظمى، فالجمجمة كثيرة العظام الكسبية أو الفشائية أو المعوضة، فالجمجمة متطورة ومتخصصة وتحمل أسناناً فكية، والعمود الفقرى يحمل عادة ضلوعاً على كل فقرة فى منطقة الجذع، كما يوجد حزام الحوض فى معظم الأسماك فيتصل مفصلياً بالزعانف الحوضية، ومعظم الأسماك لها زعانف صدرية وحوضية.

النفوق Mortality :

معرفة معدل النفوق شيء أساسى لإدارة مصايد الأسماك . فمن المهم التحكم فى النفوق الذى يتسبب فيه الإنسان، ولكل نفوق سبب، فالنفوق الطبيعى قد ينتج من الإفراض والفيضانات والأمراض، كما أن النفوق الطبيعى فى السمك مرتبط كذلك بتناسل أنواع عديدة والى توضح أنه بزيادة الحجم تكون المناسل نسبة أكبر من وزن الجسم، وفى الأسماك الأكبر عمراً وحجماً يفقد جزء كبير من طاقته فى عملية التناسل وتكون السبب الأهم فى النفوق . أى تزيد نسبة النفوق الطبيعى بزيادة العمر . وبمجموع مسببات النفوق الطبيعى معا فيفترض ثبات نسبة النفوق الطبيعى سنوياً . وعادة يفرض أن النفوق يرجع للصيد بجانب النفوق الطبيعى .

وغالباً يقلل عدد السمك فى أى عشرة معينة بمعدل يتناسب مع عدد الأسماك الحية فى أى لحظة معينة، فمعدل التغير لعدد من الأسماك (dN) فى زمن ما (dt) يتناسب (Z) مع العدد الموجود (N) فى هذا الزمن، ويعبر عن ذلك بالمعادلة:

$$dN / dt = -ZN$$

والإشارة السالبة تشير إلى نقص العدد، أى أن عدد السمك الحى (Nt) بعد زمن (t) متساوى لعدد الأسماك فى زمن يساوى صفراً (No) مضروباً فى اللوغاريتم الطبيعى (e) مرفوعاً للأس السالب للنفوق الكلى (Z) بعد هذا الزمن والذى يستمد من نسبته الحيوية (S) Survival Rate (وهى نسبة عدد السمك

الحي في نهاية فترة ما، مقسوما على عدد الأسماك في بداية الفترة) مع جعل الإشارة بالسالب فتكون المعادلة :

$$N_t = N_0 e^{-Zt}$$

وتكون قوة النفوق الكلى (Z) مساوية لنفوق الصيد (F) والنفوق الطبيعي (M)

$$Z = F + M$$

أى أن عدد الأسماك الحية :

$$N_t = N_0 e^{-Ft} e^{-Mt}$$

ويلاحظ أن الحيوية تساوى احتمال الحياة لفترة زمنية معينة، أى تساوى احتمال مالم يصاد من الأسماك مضروباً في احتمال ما لم ينفق طبيعياً. فالنفوق مكمل للحيوية فإذا كان النفوق (A) فإن :

$$A = 1 - S$$

حيث إن :

$$S = e^{-Zt}$$

وتقديرات الحيوية والنفوق المتوقع من الصيد تشكل أساساً لعدد من برامج الرعاية. والتي يفترض فيها ثبات النفوق الطبيعي، وقد تكون الحيوية والصيد ثابتة القيم، أو ربما تتغير الحيوية وتشير إلى عدم ثبات الصيد على مدار العام.

وقد تصير عملية تقدير الحيوية شبيهة معقد عند اختلاف الحيوية باختلاف السنين ، فاختلاف درجات نجاح الصيد بين السنين يؤدي إلى اختلاف نسبة نفوق الصيد ومن ثم إلى اختلاف معدل الحيوية.

وقد تستخدم قوة نفوق الصيد في حساب المحصول السمكى. والنفوق الطبيعي يقدر بطرق حسابية من ديناميكية عشائر الأسماك ومن بينها :

١ - طرق تحليل الصيد Catch - Analysis Methods : وتعتمد على قياس النقص في وفرة (نسبيا أو مطلقا) مجاميع الأسماك في أثناء فترتين (أو أكثر) متعاقبتين. وتميز المجاميع من حيث الحجم (طول أو وزن) والعمر والجنس والموقع وموعد الصيد أو بعض العلامات المميزة، وأكثر طرق التمييز للمجاميع على أساس العمر وقد يعتمد هذا الإحصاء على عينات بسيطة غير مطعمة ، أو على الترقيم وإعادة الصيد.

٢ - طرق تاريخ الصياد Life - History Methods وتتوقف على الملاحظات، إذ يرتبط النفوق الطبيعى بشدة بمقاييس تاريخ الحياة كمعدل النمو، والعمر عند النضج الجنسي، والفقد بالتناسل، وأقصى عمر، وأقصى وزن جسم، وأقصى طول جسم، وملاقة الطول بالعمر عند النضج

الجنسي. وتوجد معادلات تحليلية تعتمد على العلاقات النظرية بين هذه المقاييس ، كذلك يمكن استنتاج معادلات وضعية للنفوق الطبيعي مع واحد وأكثر من هذه المقاييس.

٣ - طرق الافتراض Predation Methods : وقد يحلل فيها أفراد فقس واحد لنوع منفرد من السمك، أو يمتد التحليل ليشمل عدة أنواع تتضمن المفترسات الأساسية وتحليل أفراد الفقس الواحد لنوع منفرد Single Species Cohort Analysis يستخدم لتقدير وفرة العشيرة Population Abundance والقيم السنوية لمعدل نفوق الصيد لمجموعات منفردة من السمك (مجاميع سنوية) . وسواء في تحليل نوع أو عدة أنواع فإن هذه الطرق تؤدي إلى إعطاء تقييم للنفوق الطبيعي كمجموع معدلات النفوق الغير راجعة للصيد، علاوة على أنها توضح فريسة كل نوع من المفترسات الأساسية والتي بقياس أحجام الفريسة والمفترسات المختلفة يمكن تقدير مكون الافتراض في النفوق الطبيعي.

وأول هذه الطرق (تحليل الصيد) هي الطريقة الوحيدة المستخدمة عملياً بكثرة وذلك بتطبيق المعادلة :

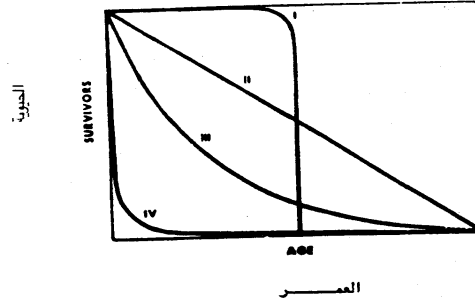
$$N_i = N_{i+1} + C_i (F_i + M) / F_i$$

حيث (Ni) حجم القطيع ، (Fi) نفوق الصيد ، (Ci) الصيد، ورغم افتراض ثبات النفوق الطبيعي في أي عشيرة لكل الأعمار، فإن النفوق الطبيعي يتباين باختلاف العمر والكثافة والأمراض الطفيلية ووفرة الغذاء والمفترسات ودرجة حرارة الماء وضغط الصيد والجنس والحجم. وعموماً ترتفع نسبة النفوق الطبيعي خلال مرحلتى البيض واليرقات (٢ : ١٠ ٪/يوم في أسماك موسى وعائلة الرنجة مثلاً) وتقل في فترة الزرعة وتثبت نسبياً خلال الأعمار الناضجة ثم تزيد ثانية بالشيخوخة أو الكبر Senescence . وطريقة

معدل النفوق الطبيعي لبعض الأسماك

نوع السمك	الجسم المائي	الجنس	العمر بالسنتين	النفوق
القن (بكلاء) موسى	بحر الشمال	-	١ - ٠,٥	١,٥ - ٠,٦
	بحر الشمال	إناث	١٣ - ٥	٠,٠٨
السمك الأبيض	بحيرة أويونجو	ذكور	١٣ - ٥	٠,١٤
		-	١٣ - ٦	٠,٥٣
	بحيرة نولتين	-	١٥ - ١٣	٠,٨٣
فرخ الصخر	بحيرة مكروزالد	-	١٠ - ٩	١,٦٦
	بحيرة نيبش	ذكور	١٢ - ١٠	٢,١ - ١,٥
		إناث	١٤ - ١٠	١,٦ - ١,١
		ذكور وإناث	١٤ - ١٠	٢,١ - ١,١

تحليل بيانات الصيد تواجهها كذلك مشاكل أهمها مشاكل اخذ العينات والهجرة ونفوق الصيد ونفوق ترقيم السمك مما قد يضلل النتائج .



منحنى حيوية السمك ممثل في اربعة طرز فرضية، المنحنى الاول نمط فسيولوجي فيه تقريباً كل النفوق يحدث في عمر معين (كما في المجاميع المعملية)، والمنحنى الثاني يصف تأثير نسبة نفوق سنوية ثابتة من العدد الأصلي، والمنحنى الثالث ينتج من جزء ثابت من العشيرة المتماثلة (المتبقية في بداية كل مرحلة عمرية) والناقصة في كل مرحلة عمرية متلاحقة، والمنحنى الرابع نتيجة نفوق مبكر شديد يعقبه انخفاض شديد في النفوق بعد ذلك.

الفصل الثالث الجهاز الهضمي والتغذية

القناة الهضمية في معظم الأسماك بعد فقسها أو مولدها تكون عبارة عن أنبوية بسيطة ، وبعد امتصاص المح و بداية التغذية تنقسم بسرعة هذه الأنبوية حتى تتكون القناة الهضمية (التي تظل مدى الحياة) في خلال أسابيع قليلة ، وفي الجهاز المتعامل مع الأغذية .

Digestive System الجهاز الهضمي

تتباين بشدة القناة الهضمية (الغذائية) (Alimentary (Digestive) Canal (Tract) في الأسماك من الناحية المورفولوجية (شكلها الخارجي) والتشريحية والفسيولوجية (وظائف أعضائها) عما هي عليه في الحيوانات الثديية ، كما وأنها تتباين من هذه النواحي بين أنواع السمك المختلفة كذلك .

التشريح : Anatomy

من المستحيل تعميم أي تفاصيل نظرا للتباين الشديد بين الأسماك والذي سيتضح من العرض التالي.

١ - الفم Mouth أو المعى الرأسي (Head Intestine) Head Gut : ليس فقط أول جزء من الجهاز الهضمي ، بل أيضا مكان للتنفس ، حيث يدخل الماء المذاب فيه الأكسجين خلال الفم ويخرج من فراغ الفم عن طريق الخياشيم ، وتحمل أقواس الخياشيم أمشاطا خيشومية متجهة إلى فراغ الفم مما يمنع دخول الطعام إلى الخياشيم ، وقد تكون هذه الأمشاط متفرعة وبقية في الأسماك آكلة البلانكتون لتصفيتها من الماء ، وقد تكون الأمشاط هذه عاملا مساعدا في تكسير الأغذية الأخرى ، إذ تقوم هذه الأمشاط (أشواك) الخيشومية بعد تصفية الهوائم النباتية وحجزها تقوم برفعها إلى المعدة أو يتمزق الهوائم الحيوانية . وفي الأسماك عديمة الفكوك خياشيم جرابية تتكون داخل الأقواس الخيشومية تخلق تيار ماء لا يعتمد على الفم حتى يسهل التنفس والسمك ملتصق بفمه على العائل . ويختلف حجم الفم كثيرا طبقا للعادات الغذائية ففتحة صغيرة في آكلات القشريات الدقيقة كالسمك الأبيض ، بينما في المفترسات كالكرابي فلها فتحة عريضة ، كما أن آكلات البلانكتون التي تتطلب ابتلاع كميات كبيرة من الماء فلها فم واسع ، وأسماك مثل الحفش جاروفي الأنف Shovel-nose Sturgeon لها فتحة فم أوسع من أعرض قطاع في جسمها . وتحاط فتحة الفم عادة بشفاة سميكة غير عضلية فهي غير متحركة . وتختلف مواقع فتح الفم حسب طبيعة التغذية . ولسان السمك قد يغيب وقد يكون صغير غير متطور وعادة غير متحرك . ولا يوجد فاصل بين الفم والبلعوم Pharynx لعدم تميزهما عن بعض يطلق عليهما معا الأمعاء الرأسية (التي تشمل أول جزء من المريء كذلك) أو التجويف الفمي البلعومي أو المعى الأمامي Foregut والتي قد

تحمل أسناناً Teeth متباينة جداً ، إذ أن بعض الأسماك يموّنها الأسنان ، والبعض الآخر يمتلك عدداً كبيراً منها . والأسنان في الأسماك تشابه في طريقة بنائها مع أسنان الفقاريات الأرضية إلا أنها تختلف في تركيبها الكيميائي وشكلها الدقيق ، والأسماك ينقصها تماثل البناء السني ، وطبقة المينا Enamel ليست منتشرة لكنها ليفية (لاتشبه مينا أسنان الثدييات) غنية بالمادة العضوية .

فالأسماك آكلة القشريات والرخويات لها أسنان قصيرة كثيفة ، وأكلات الهوام الحيوانية أسنانها أقل تطوراً ، وأسماك الشعب Reef Fishes كأسماك الفراشة Butterfly Fishes لها فم دقيق ذو أسنان دقيقة قاطعة بارزة لقضم المرجان ، بينما أسماك الببغاء Parrot لها منقار يبرز قوى بأسنان مغزلية تمكن من تناول المرجان بكسر رؤوس المرجان بقوة . فيتوقف شكل الأسنان على العادات الغذائية ، فالمفترسات لها أسنان نابية Canine تمكنها من القبض على الفريسة فهي متجهة للخلف ، بينما أسماك القنفذ وغيرها مما يكسر المرجان والمحار فلها ٢ - ٤ أسنان كبيرة كما لها طواحين غير حادة . وتقوم الأسنان البلعومية (سقفية وقاعية) بفرم الغذاء .

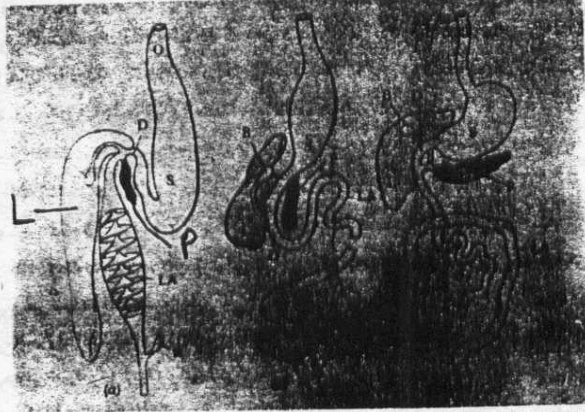
وقد تتواجد الأسنان على مختلف الأجزاء العظمية في الفم خاصة الفكين ، وقد تحمل الأقواس الخيشومية كذلك أسناناً حقيقية بل وقد يحمل اللسان واللق Throat أيضاً أسناناً . وتستبدل الأسنان التالفة على مدار العمر . والأسماك عديمة الأسنان الحقيقية لها أسنان كاذبة تتكون من الكيراتين (قرنية) . ويلتقط الغذاء وأحياناً يبلغ كاملاً كالأجزاء متكاملة كما في الكراكي ، أو تمسك الفريسة بالأسنان ويلتف الجسم كاملاً لتفتيتها كما في القروش .

والأسماك آكلة العشب أسنانها عبارة عن كباشات خيشومية تغريل النباتات الميكروسكوبية من الماء . بينما الأسماك آكلة اللحوم أسنانها متطورة تمسك وتمزق كما أن لها كباشات خيشومية متطورة لمسك وإعادة ويشرعشع غذائها . فالأسنان تستخدم في مسك الغذاء وطحنه أو تقطيعه أو مضغه أو ابتلاعه ، وذلك حسب التحورات في شكل وترتيب وأماكن وجود الأسنان لتوائم نوع التغذية ، ويتغير نظام التسنين Dentation بتطور العمر والعادات الغذائية . وليس للأسماك قسود لعابية في شكل عضوي إلا أن خلايا الفم وتجاويف الضياعيم لها عدد كبير من الخلايا القدية المفردة المنتجة للمخاط (خلايا جوبلت Goblet Cells) لتطرية الطعام ويسهل بلعه .

٢ - المريء Esophagus (Oesophagus) or Gullet : له فتحة قوية في أسماك المياه العذبة عنه في أسماك المياه المالحة لأن الأخيرة تبتلع الغذاء ومعه ماء البحر في حين أن أسماك المياه العذبة تتخلص من الماء الزائد لهضم أسموزيتها . ويصعب تحديد نهايته وفي حالة عدم وجود معدة يفتح المريء مباشرة في المعى الأوسط Midgut أي في الأمعاء . ويحتوي المريء على غدد أو خلايا مخاطية وقد توجد أحياناً غدد معدية Gastric على الجزء الخلفي من المريء خاصة ، إلا أن الحويصلات الليمفاوية لا توجد بشكل دائم في مريء الأسماك بينما قد توجد براعم تذوق Taste Buds . وفي الأسماك المفترسة يمتد المريء لدرجة كبيرة مما يمكنها من ابتلاع فريسة يصل طولها أكثر من نصف طول السمك

ذاته ، وذلك لوجود نظام خاص من الجيوب أو الثايات ذات ألياف سائبة تسمح للثايات بأن تتحرك في أثناء البلع . وفي الأسماك ذات المثانة الهوائية قد يكون لبعضها ممر هوائي Physostomi بين المثانة الهوائية والمعى الأمعى والذي قد يفتح ظهريا في المرئ عادة ، إلا أنه يفتح في المعدة في كل من أسماك الحفش والرنجة ، وإن كان للرنجة قناة ثانية لمثانة العوم تفتح في الشرج Anus وتحدث صوتا عند طردها للهواء خلال هذه الفتحة . وقد تقوم جيوب المرئ بتخزين الغذاء وتطعيه وطحنه بأسنانها ، ويبدأ فيها الهضم لوجود الغدد المعنية .

٢ - المعدة Stomach : قد تفتيق في عدد من الأسماك التي يكون بها جزء من الأمعاء منخفض PH لاحتوائه خلايا غدية . ويتباين شكل المعدة كثيرا ، فقد تكون بسيطة جدا كما في الكراكي فهي أنبوبة غير محددة الأطراف ولا تميز إلا بدراسة نسيجها وقياس PH . وفي معظم الأسماك تأخذ المعدة شكلا من الحروف اللاتينية مثل (Y) أو (U) بفرع هابط وآخر صاعد (أى فؤادى Cardiac) وبوابى Pyloric على الترتيب) . وقد يكون قطرها مساويا لقطر الأمعاء كما في التراوات ، أو أن تكون أسماك من الأمعاء كما في السمك الأبيض . وقد تأخذ المعدة شكل حرف (Y) أى ذات كيس أعورى Blind Sac ، وقد يكون الفرع الأعورى رقيقا جدا ويشبه المخروط كما في الحنشان أو يأخذ شكل جيب عريض يأخذ شكل محتوياته فلا يتميز عليه بسهولة إن كان فارغا ، بينما يصل إلى حجم كبير عند امتلائه كما في سمك الفرخ Perch . وفي قراميط القنوات تأخذ المعدة شكل حرف (J) بمنطقتين إحداها بشكل كيس كبير تحتوى غددا معدية والأخرى بوابية صغيرة غير غدية . ولا تحتوى المعدة على غدد فؤادية ، وتتشابه الغدد المعدية للأسماك مع مثيلاتها للتدييات من حيث كونها أنابيب منغمسة في النسيج الضام تحت المخاطى ، إلا أنها ليست كما في التدييات والطيور من حيث انتشارها إذ تتجمع في كتل غدية ، وإن شئت بعض الحالات من تلك القاعدة ، وتقوم الخلايا الغدية بإفراز حمض الهيدروكلوريك والإنزيمات الهاضمة والمخاط ، بينما في التدييات تقوم خلايا بإفراز الحمض وأخرى بإفراز الإنزيمات . وفي بعض الأسماك كالجبوري والحفش وسمك اللين والرنجة توجد معدة عضلية قوية ذات خملات صغيرة وعديدة الخلايا الغدية ، ويتحد النسيج الضام تحت المخاطى مع النسيج تحت المخاطى مكونا أليافا كولاجينية كثيفة ، وعلى ذلك فهذه المعدة ليس لها وظيفة كيميائية بل ميكانيكية بتفتيتها للغذاء ، فهي في الحقيقة قانصة Gizzard ، وإن كانت معظم هذه الأسماك معدتها مجزأة (فؤادية ، بوابية) أى تختص بعملياتها الكيميائية في الجزء البوابى فقط ، لأن الجزء الفؤادى من المعدة قانصة . وتختلف سعة المعدة بالنسبة لوزن الجسم باختلاف الأنواع ، فهناك أنواع سمكية حجم معدتها ٨ مل / ١٠٠ جم وزن حي ويمكنها أن تبتلع حتى ١٠ ٪ من وزن جسمها في الوجبة ، وهناك أنواع عديدة المعدة يمكنها استهلاك حتى ٢١ ٪ من وزن جسمها في الوجبة ، بينما أسماك القدييات Sculpins ربما تبتلع ٣٠ - ٥٠ ٪ من وزن جسمها في وجبة واحدة .



مقارنة القناة الهضمية في :

(a) سمك الكلب	(b) الضفدعة	(c) الثدييات	(o) المرىء	(s) المعدة
(D) الأنتى عشر	(p) البنكرياس	(B) المرارة	(L) الكبد	
(R) غدة المستقيم	(C) الأعور	(LA) الأمعاء الغليظة		



مقارنة القناة الهضمية لأربعة أنواع من أسماك المياه العذبة الهندية شديدة الاختلاف الظاهري حسب نوع غذاء السمك .

(١) من أكلات العشب تاكل الطحالب والنباتات الغضة . (٢) من أكلات كل شيء لكنها تفضل النباتات .

(٣) من أكلات كل شيء لكنها تفضل اللافقاريات الكبيرة . (٤) من أكلات اللحم وتفضل القشريات الكبيرة والحشرات والأسماك.

٤ - **المى الجذعى Trunk Gut** : قد يصعب فى كثير من الأحيان بل قد يستحيل التمييز بين الأمعاء الدقيقة (المى المتوسط Midgut) والأمعاء الغليظة (المى الخلفى Hindgut) فى الأسماك ، لذا يطلق عليهما معا المى الجذعى عادة ، وإن كان يمكن تمييزها فى القراميط تشريحيا ، كما يوجد صمام حلزوني بينهما فى التراوت بينما فى سمك القد وأشباهه يوجد صمام بين الأمعاء الدقيقة والأعور . ويختلف شكل الأمعاء Intestine بين الأسماك ، وتحتوى الأنسجة الضامة المخاطية بالأمعاء على خلايا ليمنفاوية وصيفية ، وتوجد طبقة سميكة من الألياف الكولاجينية كنسيج متماسك فى طبقة تحت المخاطية لجدر الأمعاء فى كثير من الأسماك لكن تغيب فى المفترسات ليزيد ذلك من مقدرة أمعائها على الامتداد بمعدل حتى ٢٠٠ ٪ ، لذا يوجد نظام للثنايا على جدر أمعاء هذه الأسماك . والأمعاء الطويلة تعمل على حفظ كمية غذاء كبيرة لمدة طويلة مما يمكن من الاستفادة الكاملة من المواد صعبة الهضم ، بينما الأمعاء القصيرة تكون أكثر تخصصا ، فطول الأمعاء نوع من التخصص والتأقلم على البيئة الغذائية (وحتى فى الأسماك آكلة اللحم يتوقف طول الأمعاء على حجم الفريسة) إذ يتوقف طول الأمعاء على نوع التغذية ، فالسمك أكل العشب له أمعاء ملتفة أطول من طول الجسم بعدة مرات ، بينما الأسماك آكلة اللحم تكون أمعائها مستقيمة وقصيرة ، بينما الأسماك مختلطة التغذية (آكلة كل شيء) فيكون طول أمعائها متوسطا بين طول أمعاء آكلة العشب وآكلة اللحم ، وعموما طول الأمعاء يتراوح ما بين ٢ - ٢٠ ضعف طول الجسم ، وهو يزيد بالنمو ويقل بالصنiam . وليست المعيرة بالطول لكن بمسطح الامتصاص لذا للمقارنة يستخدم اصطلاح معامل المخاطية Mucosal Coefficient لوصف مساحة مسطح الأمعاء النسبية (طول الأمعاء وثنايا المخاطية) . وتقل سطوح الامتصاص الطلائية بحملاتها Microvilli فى اتجاه الشرج فى كثير من الأنواع ، وقد يكون سطح الامتصاص فى شكل ثنايا حلزونية أو زجاجية . وتنتهى الأمعاء بالمستقيم Rectum الذى قد يفصل بينه وبين الأمعاء صمام ، ومخاطية المستقيم غنية بخلايا جوبلت والخملات للامتصاص .

٥ - **الزوائد البوابية Pyloric Caeca** أو **المى الأعور (أو الزبيب الأعوري) :** يوجد عند منطقة ارتباط المعدة بالأمعاء الرئيسية فى كثير من الأسماك ، إلا أنه يغيى فى الأسماك عديمة المعدة . ويختلف عدد وحجم هذه الزوائد الأعورية باختلاف الأنواع والأفراد ، فأسماك النازلى Hake لها أعور واحد وأسماك الفرخ الأصفر له ثلاثة أعور ، وفى السالمون وأسماك قواقع البحر Seasnails ما يقرب من مائتى أعور أو أكثر ، وأسماك الفحم Coal Fish والكلأ الأسود Black Cod لها أكثر من ٩٠٠ أعور وأحيانا حتى أكثر من ١٠٠٠ أعور ، إلا أنها تتصل بعدد قليل من الفتحات ، فأسماك الفحم ذات التسعمائة زائدة تتصل بالأمعاء بواسطة ٦ - ٧ فتحات فقط . وقد تكون هذه الزوائد فى شكل جيوب أو أنابيب طولها عدة سنتيمترات . ونظرا لوجود خلايا غدية بنكرياسية^٣ يسجها الضام الخارجى بين الأعور فيعتقد أن لها أهمية خاصة فى امتصاص الدهن والشموع ، كما تلوى أعدادا كبيرة من الطفيليات ، لذا فإن وظيفة هذه الزوائد فى أنشطة الإنزيمات الهاضمة والامتصاص ، وتركيبها يشبه باقى الأمعاء الرئيسية . ونادرا ما توجد

الأعوار بين المعى الأوسط والمستقيم (كما في سمك موسى ولسان البحر) ، وإذا وجدت كذلك فإنها لا توجد في كل أفراد النوع . ويعد موت السمك تؤدي إنزيمات هضم البروتين في الأعور إلى تحلل ذاتي بسيط يؤدي إلى مذاق خاص للسمك (كالرنجة) وعليه فعند تصنيع السمك لا تزال الأعور .

٦ - الكبد Liver : نسيجه هش وطري في الأسماك عنه في باقي الفقاريات ، وتقسيمه إلى فصوص مختلف باختلاف الأنواع والأفراد ، فعادة يتكون من فصين ويكون الفص الأيسر كبيرا جدا عن الأيمن ويعرف بالكبد البنكرياسية . في أسماك المبروك تميز أربعة فصوص وفي المكاريل ثلاثة فصوص بينما في أسماك السالمون والسمبان والكراكي يتكون الكبد من فص واحد . وفي أسماك الجريت يتكون الكبد من جزئين منفصلين بقتاتين تؤديان إلى كيس الصفراء Gall Bladder . ولا يختلف نسيج كبد الأسماك عنه في الحيوانات الأخرى إلا من حيث عدد صفوف طبقة Trabeculae التي تتكون من ٥ - ٦ صفوف من الخلايا بينما في الثدييات صف واحد وفي الطيور صفان من الخلايا .

ويعمل الكبد كمخزن للدهون (كما في سمك البكلا والرنجة والتونة) الغنية بفيتامينات (د ، ١) وكذلك يخزن الجليكوجين (كما في القراميط أكثر من التراوت وسمك الحمار وسمك البومض والجوبي وسمك الذهب) . فالخلايا الكبدية إحداهما غنية بالدهون والأخرى غنية بالجليكوجين ، ويسود في بعض أنواع السمك نوعا من نوعي هذه الخلايا الكبدية بون النوع الآخر وقد يغيب كيس الصفراء من بعض الأنواع السمكية ، بينما في أسماك أخرى كسمك الذهب Gold Fish والحمار Zebra Fish والبعوض Mosquito Fish توجد قنيتان صفراوية تصب محتوياتها بين خلايا الكبد وفي معظم الأسماك تستقر المرارة Bile أو الصفراء بين فصي الكبد .

٧ - البنكرياس Pancreas : يوجد في بعض الأسماك كالقرايط والسمبان في شكل متماسك أو غدة مأكنة لها موقع واضح ، بينما في معظم الأنواع الأخرى لا يوجد بنكرياس متماسك لكن منتشر في صورة فصيصات صغيرة غير منتظمة التوزيع بطول الوريد الكبدى البابى وفروعه في الكبد ، إذ أن الأسماك شوكية الزعانف يتجد فيها البنكرياس مع الكبد على شكل بنكرياس كبدى Hepatopancreas . والبنكرياس في القروش والقوايع هبارة عن عضو مكتنز مكون من فصين عادة . وقد يرتبط البنكرياس بالطحال (كما في الأسماك الرئوية Lung Fish الإفريقية إذ يكون البنكرياس عضو أسود اللون كبير في مؤخرة الطحال في جدار الأمعاء) أو يكون بين الأمعاء أو بين الأعوار المعوية أو داخل الكبد . والجزء الهرموني منه بسيط التطور إذ يحتوى على قليل من خلايا الجزر Islet Cells (جزر لانجرهانز Islets of Langerhans) والتي توجد بها الخلايا بيتا خارجيا وخلايا ألفا مركزيا ، ووظيفة البنكرياس إنتاج إنزيمات هاضمة بجانب الإفراز الداخلى لهرمون الأنسولين .

٨ - فتحة المخرج Vent : في القروش والقوايع والأسماك الرئوية تفتح نهاية القناة الهضمية مع نهاية الجهازين البولى والتناسلى في مجمع Cloaca واحد ، لكن في معظم الأسماك تفتح نهاية القناة الهضمية في فتحة شرج منفصلة عن الفتحة البولية التناسلية ويكون عادة موقعها في نهاية

الجسم وتشذ عن ذلك بعض الأسماك كالقود الياباني Japanese Cod والثعبان طويل الأنف Long-Nosed Eel والتي تحتوى على فتحة مخرج أمامية أو تحت الشفة السفلى .

التغذية Nutrition

تعرف التغذية بأنها علم تعريف تداخل الحيوان بأعلافه لغرض التقدير الكمي للاحتياجات الغذائية الكافية للوظائف المختلفة .

أى هي علم تقرير الاحتياجات الغذائية في شكل مكونات كالبروتينات (والأحماض الأمينية) والدهون (والأحماض الدهنية) والفيتامينات والعناصر المعدنية ، بجانب نسب هذه المركبات ، ومستويات التغذية وطرق التغذية . كما توضح التغذية طرق استخدام الجسم لكل مغذٍ خلال عمليات الهضم والامتصاص ، إذا ما كان المغذى يستهلك أو يخزن أو يفرز من الجسم . فالتغذية تشمل شقيها البيوكيماوى والفسيولوجى ومتداخلة فى كل عمليات الجسم بمختلف مراحل الحياة خاصة عمليات النمو والتناسل والهجرة ، وتؤثر فيها اعتبارات بيولوجية وجوية واقتصادية وجودة المياه . والتغذية تشكل ٣٤ - ٤٤ ٪ من جملة تكاليف إنتاج السمك (كتغذية صناعية أو خارجية) . ولقد بدأت دراسة تركيب علائق الأسماك منذ أكثر من مائة عام ، تلاها دراسة سلوك التغذية واختيارية الغذاء فى الأسماك وطاقة الغذاء والطاقة المستهلكة .

السلوك الغذائى Feeding Behaviour

يخضع السلوك الغذائى للأسماك لتحكم عصبى هرمونى بداية من رحلة البحث عن الغذاء واختياره وتناوله وإعداده ومضغه وامتصاصه وإخراجه . فالأسماك ضمن الحيوانات غير ذاتية التغذية Heterotrophic أى تعتمد فى تغذيتها على مواد عضوية شبيهة التركيب بمادة جسمها من كائنات أخرى ، وذلك بعكس النباتات ذاتية التغذية Autotrophic التى تبني مادتها العضوية بنفسها .

وتعتمد الأسماك فى بحثها عن غذائها على حواس طبيعية وكيميائية ، فتستغل النظر أو السمع أو الخط الجانبي أو أعضاء الحس الكهربائية أو حجر الأذن والتذوق والشم منفردة أو باكثر من حاسة فى نفس الوقت حسب نوع السمك ونوع غذائه وطبيعة سلوكه ونشاطه . فبعض القراميط تنجذب نحو العلائق المحتوية على الألاتين ، وبعض أسماك الترسه Turbot تثيرها احتواء العليقة على الأيتوسمين وفوسفات أحادى الأيتوسمين ، كما يزيد استهلاك أسماك المبروك للغذاء بتأثير لونه وشكله .

وهناك أسماك تبحث عن نوع معين من الغذاء فتسير مسافات طويلة للحصول عليه ، بينما القوارى (مخططة التغذية - أكلة كل شئ) انتهازية Opportunistic تحصل على غذائها فى مناطق بيئية متعددة . وعلى هذا فتتقسم الأسماك من حيث عاداتها الغذائية Feeding Habits إلى :

١ - آكلات عشب Herbivores

٢ - أكالات لحوم Carnivores

٣ - قوارت Omnivores

لكنها أيضا تختلف في درجة التخصص في عاداتها الغذائية بما يسمح بمزيد من التقسيم أو الترتيب Categorization إلى :

١ - أحادية التغذية Monophagous أى تستهلك نوعا غذائيا واحدا .

ب - محدودة التغذية Stenophagous تستهلك أعدادا محدودة من الغذاء .

ج - مختلطة التغذية Euryphagous تتغذى على أعلاف مخلوطة .

وعموما فإن معظم أنواع السمك مختلطة التغذية ، فحتى مبروك الحشائش إذا توفر له البروتين الحيواني يتغذى عليه أولا ثم بعدما يعمل كآلة حش حية . بينما فقس (يرقات) جميع الأنواع السمكية يعتبر أكل لحوم إذ يتغذى على الكائنات وحيدة الخلية واليرقات والسرطانات وغيرها من اللافقاريات . وتغذية يرقات الأسماك أساسها الغذاء الحي ، وإن كانت يرقات أسماك الماء المالح أكثر اعتمادا على الغذاء الحي عن يرقات أسماك الماء العذب .

وعلى قدر فتحة فكي الفم Jaws Gape أو قطر البلعوم Pharynx يتوقف حجم الغذاء ، فبعض أسماك القديان لها فتحة فم تبلغ ٠,٢ طول جسمها القياسي ، بينما هناك من الأسماك آكلة الهوام تبلغ فتحة فمها ٠,٠٥ طول جسمها القياسي .

ويتوظف الشكل الخارجى للأسماك بالنسبة للعادات الغذائية بعد نضجها فتنقسم الأسماك إلى :

١ - أكالات بلانكتون Planktivores حيوانى (Zooplanktivorous) أو نباتى (Phytoplanktivorus) .

٢ - أكالات أعشاب Herbivores .

٣ - أكالات لحوم ارضية Benthic Carnivores .

٤ - أكالات حشرات وقواقع وبيدان Insectivores .

٥ - أكالات أسماك Piscivores .

٦ - أسماك متطفلة Parasites .

فالجسم المائى الواحد يحتوى على كائنات سمكية Piscifauna تزيل الطحالب من الصخور ، أو تقطع أجزاء ورقية خضراء ، أو تأكل الرخويات Molluscs ، وتتقر اللافقاريات الصغيرة والكبيرة الأرضية Benthic Invertebrates ، أو تكلل الهوام الحيوانية Zooplankton ، أو تمضى وتقطع زعانف الأسماك

الأخرى أو تمض عيونها أو تاكل بيضها وأجنتها ويرقاتها ، أو تفترس Preying أسماك كاملة أخرى . ومن بين الأسماك المفترسة Predators (آكلة اللحوم) نجد أسماك تتغذى على جزيئات صغيرة Microphagy متطورة من تلك التي تتغذى على الجزيئات الكبيرة Macrophagy ، وتعرف الأخيرة بوجودها عندما تكون النسبة بين حجم الفريسة وحجم الأسماك المفترسة في المدى من ١ : ٢ إلى ١ : ٢٠ ، بينما آكلات الجزيئات الصغيرة Particle - Feeding Microphagy تتواجد عندما يكون هذى المدى من ١ : ٢٠ إلى ١ : ٢٠٠ ، والأسماك آكلة الدقائق الصغيرة Filter - Feeding Microphagy في المدى من ١ : ١٥٠ إلى ٢٠٠٠ .

فالمفترسات الكبيرة تظهر تخصصات للعيون والفكوك والأسنان والأمعاء تناسب تحديد موقع وحجم وهضم فريستها ، وهذه المفترسات غالبا لها قدرة على السرعة المفاجئة لمهاجمة الفريسة . والبعض الآخر من الأسماك آكلة اللحوم لها جسم قصير مبسط الجانب بزعانف منظمة لتعظيم القدرة على المناورة Manoeuvrability والغم صغير قابل للامتداد Protrusible ويكون أنبوية يمكنها شق فريسة صغيرة من مسافة ، ونوع آخر أكثر طولاً وانسيابية وزعانفه متوسطة وقمه واسع ، وبهذا فهو مجهز للانقضاض السريع الخفيف للأسماك بفريسة أكبر وأكثر حركة ، وهذه النماذج المختلفة تعكس بوضوح الاختلافات الملحوظة على شكلها الظاهري بما يتناسب مع عاداتها الغذائية .

وفي قلة أوجياب الغذاء (الفريسة) تلتهم الأسماك المفترسة صغارها ، وهذا الافتراس يعتبر وسيلة لتنظيم الزيادة في السمك عندما تصير ظروف الغذاء حادة بسبب الزحمة . وأكل لحوم البعض Cannibalism هو الاتجاه الأقوى بين الأسماك لتصير آكلة أسماك حينما تبلغ حجما معينا .

ويتم التغذية كنظام روتيني يومي (نهاري أو ليلي) خاصة في الأيام التي تكون فيها درجة الحرارة معتدلة خاصة في الربيع ، وقد تكون التغذية مرتبطة بالقاع أو بالغذاء العالق في عمود الماء أو العائم على الماء . إلا أن الأسماك تصوم وتمتنع عن الأكل بالإرتقاع والانخفاض الشديدين في درجة الحرارة أو في موسم التناسل ، سواء قبل أو بعد وضع البيض حسب نوع السمك . فالموسم والحرارة والضوء ومرحلة العمر والحالة الفسيولوجية كلها عوامل تؤثر كذلك على السلوك الغذائي للأسماك .

اختلافات الأسماك من الحيوانات الأخرى في سلوكها الغذائي يؤثر كذلك على فسيولوجيا هضمها المختلفة أيضا عن الحيوانات الأخرى . وأبسط هذه الاختلافات ليس فقط في كون الأسماك مفترسة وغير مفترسة أو آكلة عشب ومتنوعة التغذية ، بل كذلك في تغيير فلورا أمعاء السمك ، إذ تتغير البكتيريا طبقا للأشكال الرمية في الماء المحيط بالسمك للتبادل بينهما . وتستطيع الأسماك تركيز عديد من المواد التي تتحصل عليها من الغذاء في جسمها مما يؤثر على طعمها ، فالرنجة المغذاة على كمية كبيرة من يرقات المحار تصير مرة . وكذلك سمك البكلا عند تغذيته على أغذية معينة يصير غير مرغوب الرائحة لاحتوائه على كبريتيد ثنائي ميثيل Dimethyl Sulphide . علاوة على سمية بعض الأسماك في وقت التبويض (البطارخ) أو نتيجة تغذيتها على أنواع معينة من الطحالب تحتوي على مواد سامة في موسم

معين من السنة فتصير الأسماك هي الأخرى سامة وقت انتشار هذه المصادر الغذائية من الطحالب (لتركيز السموم في أجسام الأسماك) بون باقى فصول السنة ، وقد تحتوى أجسام السمك على مركب ثلاثي ميثيل أمين Trimethylamine لوجوده أصلا في علائقها ، خاصة في الكائنات الحيوانية الحية الدقيقة البحرية ، أو أن تكون لحونها بطعم الطمى Muddy Flavour لاحتوائها الجيوسمين Geosmin كنتاج ميتابوليزمي لبكتريا استربتوميسيس ، وسوء طعم السمك Off Flavour لدخول المواد الفينولية والزيت والمنظفات عبر الجلد والخياشيم أو مع الطحالب وتخزن في الأجزاء الدهنية من السمك ، أو أن تكون دماؤها سامة للإنسان . فيمتص الجلد والخياشيم بسرعة المواد العضوية الذائبة والتي تكون مسئولة عن ظهور الطعم غير المرغوب . وتؤثر التغذية والعوامل البيئية الأخرى كدرجة حرارة الماء والمواد العضوية الذائبة ونشاط العم كلها تؤثر على القواص الحسية للسمك مثل محتواه الدهنى وقوام لحم السمك وحموضته .

تركيب الغذاء والاحتياجات الغذائية

:Feed Composition & Nutritional Requirements

تتركب أى مادة غذائية من مكونات غير غذائية (غير معروفة أو غير معروف تأثيرها أو ذات تأثيرات ضارة) وأخرى غذائية . والمكونات الغذائية عبارة عن :

١ - الماء .

٢ - المادة الجافة :

١ - مادة معدنية

ب - مادة عضوية :

١ - المركبات الأيونية .

٢ - المركبات الدهنية .

٣ - المركبات الكربوهيدراتية .

٤ - الفيتامينات .

وتشمل الأغذية على مجموعتين من المركبات ، إحداهما مواد أساسية أو ضرورية Essential لا يستطيع الحيوان تخليقها بنفسه كلية أو بالحد الذى يتطلبه الجسم منها ، والأخرى مجموعة المواد التى يستطيع الحيوان تخليقها بنفسه من مواد أخرى ويطلق على هذه المجموعة بالمواد غير الضرورية أو غير أساسية Nonessential .

ورغم أهمية ضرورة معرفة احتياجات الأسماك من المكونات الغذائية المختلفة ، فإن دراسة الاحتياجات الكمية والنوعية تتم تحت ظروف عملية تجريبية وعلى أنواع سمكية محدودة ، مما يجعل المعلومات المتحصل

عليها باستمرار ذات أهمية خاصة وأن هذه الاحتياجات تعتبر متخصصة لأنواع معينة أي مرتبطة بنوع السمك بجانب ظروف المياه المختلفة ، إلا أن النتائج المتحصل عليها لا يمكن تعميمها على الإطلاق (للأنواع والظروف البيئية المتغيرة) ، وأيضا هناك قصور كبير في هذا الشأن ولا يمكن تغطيته بالمعلومات الغذائية والاحتياجات الغذائية لنوات الدم الحار للثيابين الكبير بين الأسماك والحيوانات ذات الدم الحار في هذا الشأن . وعموما تختلف الاحتياجات الغذائية لأسماك الماء البارد عن تلك لأسماك المناطق الدافئة . وقد أوضحت الدراسات الغذائية أهمية احتواء العلائق على مصادر للطاقة والأحماض الأمينية الأساسية والأحماض الدهنية الأساسية وفيتامينات ومعادن معينة لتشجيع نمو وإنتاج الأسماك . وقد ثبت اختلاف الاحتياجات الغذائية كذلك لأسماك المياه المالحة عن تلك لأسماك المياه العذبة . ومما يزيد صعوبة تقدير الاحتياجات الغذائية للأسماك هو أن فائض الغذاء يتحلل في الماء ، علاوة على أن عدد الوجبات اللازمة لأفضل نمو وكفاءة غذائية يختلف باختلاف الأنواع ، فالبيض يكفي وجبتين يوميا للوصول لحد الشبع بينما البعض الآخر يحتاج للتغذية المستمرة أو المنتظمة على مدار أربعة وعشرين ساعة ، بينما المعدلات التي يضمنها الباحثون قد وضعت لتلائم عمل الباحثين أكثر من مواصتها لاحتياجات السمك ، فتجد الباحث يحدد نسبة ثابتة من وزن جسم السمك كما يحدد عدد الوجبات . وعلى أي حال فقد أنشئت شبكة دولية لمركز معلومات العلف ، وكذلك بنك معلومات للاحتياجات الغذائية للسمك في أوروبا .

أولا : الماء Water

يتحصل السمك على الماء كالمكونات الغذاء ، وكذلك من الوسط المحيط بالسمك ، سواء عن طريق ماء الشرب المحتص من القناة الهضمية عن طريق الفم أساسا ، أو المحتص من خلال الخياشيم والجلد . إذ قد يصل ما تمتصه الأسماك من الماء العذب خلال الجلد إلى ما يقرب من ثلث وزن الجسم يوميا (وإن كان هناك أسماك كالنمبان جلودها غير منفذة للماء) ، ولكن ما يمتص عن طريق الخياشيم أكثر ، كما تمتص الأسماك في الماء المالح كميات مياه تتراوح ما بين ٧ - ٣٥ ٪ من وزن جسمها يوميا منها ٦٠ - ٨٠ ٪ من خلال القناة الهضمية ، وتمتص أسماك الجلكى ٥٠ - ٧٢٠ مل ماء مالح / كجم وزن جسم / يوم في القناة الهضمية .

والماء وسط عمل الإنزيمات ، لذا فهو عنصر ضروري لكل العمليات الحيوية التي تتم في الأسماك ، كما أنه يشكل ٧٠ - ٧٥ ٪ من وزن جسم الأسماك كاملة التعظم . والماء الخلوي في الأنسجة السمكية يشكل ٧٠ - ٨٠ ٪ من الماء بالجسم ، بينما تحتوي البلازما على ٢ - ٣ ٪ من ماء الجسم .

وكل أغذية السمك أي كان نوعها وتركيبها تحتوي على ماء بنسب مختلفة تتوقف على نوع الغذاء إذا ما كان أخضر أو طازجا (مرتفع المحتوى الرطوبي) أو مكعبا أو مصنعا أو جافا (منخفض الرطوبة) ، وعلى أي حال فيتم تشجيع أي علف بالماء قبل استهلاكه .

وتفقد أسماك الماء المالح كثيرا من ماء خلايا جسمها لانخفاض تركيز ملوحة السمك عن تركيز ملوحة

ماء البحر ، لذلك تشرب الأسماك ماء لتواجه فقد الماء من خلايا الجسم ، مما يؤدي إلى ازدياد تراكم الملح في أجسامها حتى يتوازن تركيزه مع تركيز الملح في الماء المحيط بالسمك فيخرج الزائد من الملح خلال الخياشيم ، والعكس في الماء العذب إذ تحتوى أجسام أسماكها على تركيز ملح أعلى مما هو في الماء المحيط مما يؤدي إلى دخول الماء خلال الجلد لتخفيف تركيز الملح وطيه لاحتياج أسماك الماء العذب إلى الشرب بل إنها في حاجة مستمرة لإخراج الماء الداخلى إليها وذلك عن طريق البول الغزير منخفض الكثافة .

ثانياً : المادة المعدنية (Ash) Minerals :

تتباين كثيرا المواد الغذائية المختلفة في محتواها من العناصر (المعادن) المختلفة طبقا لمصدر هذه الأغذية وأنواعها . ورغم صعوبة تقدير الاحتياجات الغذائية المعدنية للأسماك وذلك لامتناعها عن امتصاص المعادن الذاتية من الماء عن طريق الخياشيم والجلد والأمعاء ، ورغم عدم وضوح الاحتياجات بالضبط ، فإنه يفترض احتياج الأسماك للمعادن المختلفة والتي تتواجد في أجسامها وتتدخل لحد هام في الوظائف البيولوجية ومن بينها : الكالسيوم والفوسفور والمغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكبريت والكلور والحديد والنحاس والكوبلت واليود والمنجنيز والزنك والموليبدنم والسلينيوم والفلور .

١ - الكالسيوم والفوسفور :

ينظم سمك الماء العذب محتوى قشوره وعظامه من الكالسيوم دون ارتباط بمحتوى الماء من الكالسيوم ، ولا يتطلب السمك إضافات غذائية من الكالسيوم لو احتوى الماء على ١٤ - ٢٠ جزء / مليون من الكالسيوم . بينما الأسماك البحرية تشرب ماء البحر المتوفر فيه الكالسيوم لكنه فقير بالفوسفور وتخرج الكالسيوم الزائد لذا تتطلب هذه الأسماك نسبة كالسيوم / فوسفور في الطليقة أقل من الوحدة ، لذا وجد أن أسماك شلبة البحر الأحمر Red sea Bream تنمو على أفضل ما يكون على طليقة تحتوى ٠.٣٤ ٪ كالسيوم بنسبة كالسيوم / فوسفور كنسبة ٢/١ .

ويمبر من الاحتياجات من الكالسيوم والفوسفور معاً لارتباط ميثاينيزمهما معاً . وإن كان هناك علاقات بين معدنية أخرى ، وأى عدم اتزان معدنى في الطليقة يضر بميثاينيزم المعادن الأخرى . ويتوقف إضافة الكالسيوم والفوسفور على تركيب الطليقة ومحتواها المعدنى ، فلن لحتوت على مسحوق السمك فلا يضاف أى من المعدنين . كما أن احتياجات أسماك القراميط من الكالسيوم ١.٥ ٪ ومن الفوسفور المتاح ٠.٨ ٪ - ١.٠ ٪ للحصول على أقصى نمو ، بينما نقص الكالسيوم في الطليقة حتى ٠.٣ ٪ لا تظهر أعراض نقص على أسماك المبروك أو القراميط . ورغم امتصاص الكالسيوم من الماء بواسطة الخياشيم ، فلن امتصاص الفوسفور من الماء منخفض جدا (٠.٠٠٠١ من معدل امتصاص الكالسيوم من الماء) . ونظراً لانخفاض فوسفور الماء (المالح والعذب) فإنه ينبغي إضافة الفوسفور أو توافره في الغذاء (كالبروتين الحيوانى) ومراعاة انخفاض قيمة المتاح امتصاصه (٢٩ ٪) من فوسفور البروتين النباتى (مسحوق الصويا) ، وقد تبلغ احتياجات نمو أسماك السالمون والمبروك والقراميط وطلبة البحر الأحمر

ما بين ٠.٤ - ٠.٨ ٪ فوسفور في العليقة . ويتدخل الكالسيوم والفوسفور في الميتابوليزم خاصة المتعلق بنمو العظام وفي حفظ الاتزان الحامضي - القاعدي ، ويتدخل الكالسيوم في عمليات فسفوراوية وبيروكسماوية كانهياض العضلات وتجلط الدم والنقل العصبي وفي حفظ التركيب الفشائي . ويشكل الفوسفور أحد المكونات لعدد من الجزيئات العضوية ، ويؤثر الفوسفور في العليقة (أكثر من الكالسيوم) على النمو والعظام وكذلك محتوى دهون جسم أسماك المبروك . ونظرا لعدم وجود معدة مفرزة للحامض في المبروك فإن امتصاص الكالسيوم تراه فوسفات كمصدر للفوسفور لا يتعدى ٣ ٪ (بينما في التراوت ٥١ ٪) وامتصاص فوسفور مسحوق السمك ٣٦ ٪ (وفي التراوت ٦٠ ٪) . زيادة فوسفور العليقة للتراوت عملت على زيادة كل من الفوسفور والكالسيوم والمغنسيوم ، والاستفادة من فوسفور فوسفات ثنائي الصوديوم كانت أفضل من فوسفور مسحوق السمك .

وفرة الفوسفور في بعض أغذية الأسماك :

المصدر	٪ فوسفور	٪ وفرة الفوسفور
فوسفات ثلاثي الكالسيوم	٠.٦٥	٣
فوسفات أحادي الكالسيوم	٠.٦٩	٨٠
فيتين	١.٦٥	٨
كازين	٠.٤٧	١٠.٦
مسحوق سمك	٠.٩٩	٧٦
خميرة	٠.٤٦	٩٩
جرعة قمع	٠.٥٨	٥٧
رجيع لوز	٠.٧٩	٢٥

٢ - المعادن الأخرى : سواء ما يضاف منها بكميات كبيرة أو صغيرة ، وتشمل :

- **المغنسيوم :** ضروري للحفاظ النمو الطبيعي ، وتتوقف الاحتياجات الغذائية منه على التغيرات في تركيزاته في الماء . وتبلغ الاحتياجات الغذائية من المغنسيوم لأسماك المبروك ٠.٠٤ - ٠.٠٥ ٪ من العليقة الجافة ، بينما للتراوت أعلى ٠.١ ٪ مغنسيوم نموا جيدا .

• **كلوريد الصوديوم** : تفقده أسماك المياه العذبة عن طريق البول الغزير منخفض الكثافة ، ويموخ هذا الفقد (من الأيونات المختلفة التي يمكن امتصاصها من الماء) عن طريق الامتصاص النشط لهذا الملح عبر الخياشيم ، بينما أسماك الماء المالح تعاني من زيادته في الماء فتشرب قليل من الماء وتضيق الزائد من هذا الملح عبر خياشيمها إلى البيئة الخارجية مع تركيزها للبول قليل الكمية لتعويض فقد الماء . ويوجه عام وجد أن احتواء العليقة على مخلوط أملاح متزن بنسبة ٤٪ من العليقة أعطى أفضل نمو في المبروك والتراوت ، وإن لم يؤد ملح الطعام بتركيزات حتى ٨.٥ ٪ من عليقة التراوت إلى أى تأثيرات معنوية سواء في استهلاك العليقة أو تحويلها الغذائي .

• **والحديد** : واضح الأهمية للدم وفي عمليات التنفس لدوره في تركيب الهيموجلوبين وإنزيمات الهيم . وقد اقترح أن تحتوى عليقة المبروك على ٣ جزء / مليون من النحاس لتغطية الاحتياجات الغذائية من هذا العنصر .

• **والكوبلت** : يشجع الميتابوليزم والنمو في المبروك ، فقد وجد أن إضافته في صورة كلوريد أو نترات كوبلت في ماء الحوض بمعدل ٠.٠٨ مجم / كجم سمك أدت إلى زيادة نمو أسماك المبروك (١٠ - ٣٢ ٪) وتكوين الهيموجلوبين .

• **والهيد** : هام كذلك في العليقة لنمو الأسماك ، واقترح حد أدنى منه في العليقة ٠.٦ مجم / كجم علف .

• **والزنك** : ضروري للنمو الطبيعي ، إذ يتداخل في تخليق الأحماض النووية وتنشيط عديد من الإنزيمات ، واقترح إضافته بمعدل ١٥٠ مجم / كجم علف لزيادة النمو ومنع ظهور أعراض نقصه على الأسماك .

وعموماً يتوقف حد الإضافات المعدنية على محتوى العليقة من الرماد ، فمثلاً إذا احتوت عليقة سمك الثعبان على ٧٠ ٪ مسحوق سمك أبيض كان الحد الأمثل للإضافات المعدنية ٧ ٪ . ورغم عدم الأساسية النسبية للمبروك لنقص الإضافات الغذائية المعدنية ، فقد ثبت ضرورة احتواء العليقة على الزنك والمنجنيز والنحاس والمغنسيوم والكوبلت والحديد كالتالي :

المعدن	الاحتياجات الغذائية في العليقة
فوسفور	٠,٦ - ٠,٧ %
كالسيوم	أقل من ٠,٢٨ %
ماغنسيوم	٠,٠٤ - ٠,٠٥ %
زنك	١٥ - ٣٠ جزء / مليون
منجنيز	١٣ جزء / مليون
نحاس	٣ جزء / مليون
كوبلت	٠,١ جزء / مليون
حديد	١٥٠ جزء / مليون

وتختلف تركيزات العناصر المعدنية في السمك لحد كبير ، فبينما يبلغ تركيز المنجنيز والزنك في العضلات عشرات آلاف أضعاف تركيزاتها في الماء (لسرعة امتصاصهما) ، فإن الحديد والنحاس أقل تركيزاً في الأسماك عما هو عليه في أعلاف السمك ، إذ أن السمك يخرج بعض العناصر الدقيقة Microelements . كما أن الباريوم والاسترانشيوم يحتجزان اختياريًا وتركيزهما في الأسماك أعلى عما هو عليه في غذاءه أو بيئته . وتركيز الكوبلت في كثير من الأسماك أعلى من تركيز النيكل ، رغم أن التركيز النسبي لهما في مياه البحر عكس ذلك .

ثالثاً : المركبات الأزوتية Nitrogenous Compounds :

تختلف الأغذية المختلفة للأسماك في محتواها البروتيني (الأزوتي) من حيث الكمية والنوعية ، فبينما أكلات اللحوم بأنواعها المختلفة تتحصل على نسبة مرتفعة من البروتين عالي القيمة المصوبة في غذائها الحيواني الأصل ، تتحصل أكلات الأعشاب أو نباتية التغذية على قيم منخفضة نسبياً في محتوى غذائها من البروتين النباتي غير مرتفع القيمة البيولوجية . ولكن البروتين مكوناً هاماً في الجسم فعليه ينبغي أن يكون أيضاً مكوناً هاماً في العليقة ، إذ عليه يتوقف النمو . وهذا يرتبط بكمية ونوعية الأحماض الأمينية المتوفرة في غذاء السمك . كما يتوقف احتياج السمك للبروتين على نوع السمك وتغذيته الطبيعية ودرجة نموه ومرحلة نموه وعمره وعلى درجة حرارة وملوحة المياه ومحتواها من الأكسجين والمكونات الغذائية الأخرى في العليقة كمصادر الطاقة والفيتامينات والمعادن لتداخلاتها مع البروتين في ميثابوليزمه ، فأكلات اللحوم مثلاً لا تعتمد فقط على علائق مرتفعة البروتين بل يشترط كذلك انخفاض محتوى العلائق من الكربوهيدرات كالدكسترين أو النشا . كما قد تنخفض الاحتياجات البروتينية بزيادة مستوى التغذية لأن الأسماك تتغذى حتى تشبع احتياجاتها الحرارية . وقد ترتفع الاحتياجات البروتينية بارتفاع درجة حرارة الماء داخل الحدود المظي الحرارية للنوع ، وقد ترتفع كذلك بزيادة الملوحة للماء ، وإن كانت النتائج شبه متعارضة أو غير مؤكدة لاختلاف الأنواع السمكية .

وتقل الاحتياجات البروتينية بزيادة حجم السمك ، فالمحتوى العالى من بروتين العليقة يوفر متطلبات النمو السريع لصغار الأسماك ، بينما الانخفاض النسبى لبروتين الغذاء يؤدى إلى تحويل أفضل للبروتين أو زيادة الاستفادة منه في الأعمار الأكبر . وتحتوى عضلات الأسماك الجافة على حوالى ٦٥ - ٨٥ ٪ بروتين ، ونظرا لقلة احتياجات الأسماك للطاقة نسبيا عن الحيوانات ذوات الدم الحار ، ولتفضيل الأسماك استخدام البروتين كمصدر غذائى للطاقة أكثر من استخدامها للكربوهيدرات كمصدر طاقة ، فإن احتياجات الأسماك من البروتين الغذائى أعلى بمقدار حوالى ٢٠٠ - ٤٠٠ ٪ عن احتياجات الحيوانات المزرعية الأرضية Terrestrial Farmanimals التى يهدمها للبروتين إلى أمونيا تفقد طاقة فى تحويلها للأمونيا هذه إلى يوريا أو حمض يوريك ، بينما الأسماك تخرجها كما هى أمونيا من الخياشيم فلا تفقد طاقة فى تحويلها إلى نواتج إخراجية أخرى فاحتياجات الأسماك من الطاقة لتحويل بروتين الغذاء وتخليق بروتين أجسامها أقل من احتياجات الحيوانات ذوات الدم الحار ، كما أن الأسماك لا تتطلب طاقة لحفظ حرارة أجسامها ثابتة (لأنها من ذوات الدم البارد متغيره الحرارة) فلا تتأثر الأسماك سلبيا بزيادة بروتين عليقتها وانخفاض طاقتها إذ تستطيع الأسماك التخلص (سريعا وباستمرار) من نواتج تمثيل البروتين بإخراج ٦٠ - ٨٠ ٪ من فضلات الأزوت الكلى فى صورة أمونيا عن طريق الخياشيم ، وعلى ذلك فالنسبة المئى لطاقة البروتين من الطاقة الكلية للسالمون مثلا ١ : ٢ بينما هى للمجترات ١ : ١٠ ، والسمك يفقد من بروتين جسمه فى بناء مخاط الجلد الذى يزيد بناؤه بزيادة الضغط المختلفه على السمك . فاحتياجات الأسماك من الطاقة الحافظة منخفضة عن باقى الفقاريات ، لذا فإن الأسماك تستخلص طاقة ميتابوليزمية من هدم البروتين الغذائى أكبر مما تستخلصها الحيوانات الأرضية . علاوة على أن الأسماك تمتاز كذلك بفقدانها طاقة أقل للنشاط الاختيارى فى الماء وطاقة أقل فى التكاثر ، فكفاءة السمك الحرارية تفوق تلك التى للكناكيت والخنائير والماشية بمقدار ٢ - ٢٠ ضعف .

ولقد ثبت من عديد من الدراسات وجود علاقة خطية بين الاحتياجات البروتينية للسمك (جم / كجم وزن جسم / يوم) ومعدل النمو النوعى (٪ لكل يوم) للأنواع المختلفة ، وأن هذه العلاقة الخطية توخض أن الاستفادة من بروتين العليقة فى نمو أنسجة جديدة علاقة ثابتة نسبيا داخل وبين أنواع الأسماك ، وأنه لا تختلف احتياجات البروتين الغذائى للأسماك عنها لحيوانات المزرعة الأرضية إذا عبر عنها نسبيا لاستهلاك الغذاء (جم بروتين / كجم وزن جسم / يوم أو جم بروتين / كجم زيادة فى الوزن العى) علما بأن الحيوانات الأرضية تحفظ درجة حرارة أجسامها أعلى من درجة حرارة البيئة المحيطة فهى تستهلك فى ذلك طاقة عالية . كما أوضحت الدراسات ارتفاع الاحتياجات البروتينية لتكافى ٤٥ - ٧٠ ٪ من الطاقة الكلية للعليقة فى صورة بروتين تطلبه الأسماك .

أول دراسة لاحتياجات السمك البروتينية كانت سنة ١٩٥٨ على أحد أنواع السالمون ومثلت محتويات الملائق البروتين والى أتت إلى أفضل نمو على أنها الاحتياجات البروتينية . وحديثا تقدر بالمحصى امتصاص وتخزين للبروتين فى العضلات أو من خلال ميزان الأزوت . ويعبر عن الاحتياجات البروتينية

كنسبة مئوية من الطاقة ، أو كنسبة بين بروتين وطاقة الطاقة ، أو بين طاقة البروتين وطاقة الطاقة (سواء طاقة كلية أو مهضومة أو ميتابوليزمية) . أو بالجرام / كجم وزن جسم / يوم (أى الاحتياجات كنسبة مئوية \times معدل التغذية كنسبة مئوية $\times 0.1$) ، أو جم / كجم زيادة فى الوزن الحى (أى الاحتياجات \times نسبة التحويل الغذائى $\times 10$ ، علما بأن التحويل الغذائى = الغذاء المستهلك / الزيادة فى الوزن الحى) ، والأوقع هو أن يعبر عن الاحتياجات البروتينية كنسبة طاقة البروتين المهضوم إلى الطاقة المهضومة فى الطاقة .

وفيما يلى بعض القيم الموصى بها من البروتين الخام (%) فى علائق بعض الأسماك

نوع السمك	% بروتين الطاقة	ملاحظات
صفار المبروك والتراوت	٦٥ - ٦٠	بالتغذية المعنونة ٢ - ٤ % من وزن الجسم / يوم
أصبعيات السالمون	٣٢ - ٣٠	على درجة حرارة ماء ٨.٣ ° م
أصبعيات سمك الفرخ	٤٠	على درجة حرارة ماء ١٤.٤ ° م
أصبعيات تراوت	٤٧	على درجة حرارة ماء ٢٠.٥ ° م
أصبعيات تراوت	٥٥	على درجة حرارة ماء ٢٤.٥ ° م
أصبعيات تراوت	٤٠	على ملوحة ماء ١٠ ‰
أصبعيات تراوت	٥٥	على ملوحة ماء ٢٠ ‰
مبروك عادى	٤١ - ٣٦	يفضل النظر عن العمر والإنتاج
مبروك عادى	٤٧ - ٤٣	نمو سريع (مرحلة اليرقة إلى الأصبعية)
مبروك عادى	٤٢ - ٣٧	نمو أقل (مرحلة الأصبعية إلى قبل النضج الجنسى)
مبروك عادى	٣٢ - ٢٨	للتربية (أسماك بالغة وأمهات)
مبروك عادى	٤٠ - ٣٥	نمو سريع (يرقة - أصبعية)
مبروك عادى	٣٦ - ٢٥	نمو أقل (أصبعية - قبل النضج)
مبروك عادى	٣٢ - ٢٨	للتربية (بالغة - أمهات)
مبروك عادى	٥٦ - ٥٠	نمو سريع (يرقة - أصبعية)
مبروك عادى	٥٠ - ٤٥	نمو أقل (أصبعية فاكتر)
مبروك عادى	٥٤ - ٤٥	نمو سريع (يرقة - أصبعية)
مبروك عادى	٤٨ - ٤٣	نمو أقل (أصبعية فاكتر)
موسى	٥٠	
بلطى أخضر	٣٥ - ٣٠	
بلطى موزامبيقى	٥٧، ٤ - ٤٠	
بلطى نيلى	٣٥ - ٣٠	
بلطى أوربا	٣٦ - ٣٠	
شلبة البحر الأحمر	٥٥	

ومن ذلك يتضح أن هناك مدى أو متوسط احتياجات بروتينية أمثل لكل نوع ، وهذا يتوقف على عمر الأسماك وظروف المياه ومعدل التغذية ومحتوى العليقة من المكونات الغذائية الأخرى ومصادرها . فالبروتين من مصادره الحيوانية أكفأ من البروتين النباتي في حفز النمو والاستفادة الغذائية ، كما أن مخلوط البروتينات النباتية والحيوانية في العلائق يؤدي إلى زيادة معدلات النمو وكفاءة الاستفادة الغذائية عن البروتين النباتي فقط .

ورغم أن مسحوق ومركبات السمك كانت تعتبر مصدر البروتين الوحيد في تغذية الأسماك أكلة اللحوم كالترنار ، فقد أمكن خفضها في العليقة بل انعدامها وإحلال مصادر بروتينية أخرى دون الإضرار بالنمو أو الكفاءة الغذائية ، لكن لاغنى في الإنتاج المكثف للسمك عن استخدام مسحوق أو مركبات السمك إذ لم تحرز بدائلها سواء كلية أو جزئية إلا انخفاض معدل النمو حتى بعد إضافة الأحماض الأمينية الكبريتية المحددة في بدائل مسحوق السمك ، مما يدعو للاعتقاد باحتواء مسحوق السمك على عوامل نمو غير معروفة في الجزء البروتيني من مسحوق السمك .

وزيادة مستوى البروتين الغذائي في حدود المدى المثالي له فإن ذلك يرفع من محتوى بروتين العضلات ويخفض بالتالي من محتواها الدهني ، وزيادة بروتين وطاقة العليقة تخفض من استهلاك الغذاء ، وأعلى من المستوى الأمثل من بروتين الغذاء لن يقابل باستمرار زيادة نمو الجسم (بل قد يقل في بعض الأنواع) وربما أساء إلى تصافي وتشافي السمك وخفض من الكفاءة الاقتصادية لإنتاج الأسماك لأن البروتين سيستخدم في هذه الحالة كمصدر طاقة كذلك لكنه مرتفع السعر عن مصادر الطاقة التقليدية (دهون وكربوهيدرات) ، لذلك ينبغي قصر المحتوى البروتيني للعليقة على الحد اللازم للعمليات البنائية في الجسم Anabolism أي النمو، خاصة وأن فقد الطاقة نتيجة تناول الغذاء أو ما يطلق عليه بالفعل الديناميكي النوعي Specific Dynamic Action (SDA) يزيد بزيادة كمية بروتين الغذاء .

وإضافة الدهون لعلائق الأسماك لها فعل اندخاري للبروتين ، فإحلال الدهن جزئياً (٥ ٪) محل البروتين يركز طاقة العليقة ويوفر بروتينها ولم يضر بالنمو بل حسن من الاستفادة من البروتين وهضم الطاقة والكربوهيدرات لكن زيادة نسبة الطاقة / البروتين تزيد من ترسيب الدهن في السمك ، بينما زيادة الطاقة مع ثبات البروتين تحسن من الكفاءة الغذائية . وعموماً ثبت احتياج السمك إلى ٧,٥ كيلو كالوري (٣١,٣٨ كيلو جول) طاقة ميتابوليزمية لكل جرام بروتين في العلف ، وإن أقصى امتصاص للبروتين يتم الحصول عليه من علائق تحتوي ٩ كيلو كالوري (٣٧,٦٦ كيلو جول) طاقة ميتابوليزمية / جم بروتين ، بينما أقصى امتصاص للطاقة قد تتم عند احتواء العليقة على ٧ كيلو كالوري (٢٩,٢٩ كيلو جول) / جم بروتين . ويزيادة بروتين العليقة (أي زيادة طاقة البروتين كنسبة مئوية من الطاقة الكلية) يقل احتياج البروتين (كنسبة مئوية للبروتين المحتجز من البروتين المستهلك) ونسبة كفاءة البروتين (نسبة الزيادة في الوزن إلى البروتين المستهلك) . إلا أن ارتفاع مستوى بروتين العليقة يزيد من طول وعرض وارتفاع ووزن مبايض إناث السمك فيزيد بالتالي نسبة المناسل إلى وزن الجسم Gonadosomatic Ratio ، وعموماً

فهناك ارتباطات معنوية بين وزن المناسل ووزن الجسم الكلى لإناث الأسماك على أى مستوى بروتين غذائى .

وجودة البروتين أو محتواه من الأحماض الأمينية الأساسية Essential Amino Acids البالغ عددها عشرة (من عشرين حمض أمينى تدخل فى بناء البروتينات) والتي ينبغي توفرها فى الغذاء (بينما العشرة الأخرى يمكن إنتاجها من مواد عضوية أخرى فى أثناء التمثيل الغذائى) ذو أهمية قصوى . وتتطلب الأسماك هذه الأحماض الأمينية بنفس الأنواع والنسب كما فى الإنسان وبأى الفقاريات . وهذه الأحماض الضرورية هى الأرجينين Arginine والهستيدين Histidine والإيزوليوسين Isoleucine والليوسين Leucine والليسين Lysine والمثيونين Methionine والفينيل ألانين Phenylalanine والشريونين Threonine والتريبتوفان Tryptophan والفالين Valine .

وتحدد الاستفادة من الأحماض الأمينية حسب نوع السمك ومحتوى العليقة من البروتين والطاقة والفيتامينات والمعادن . فقد أمكن تحسين الاستفادة من مخلوط الأحماض الأمينية فى عليقة أسماك المبروك بإضافة البوتاسيوم حتى ١,٤١ ٪ من العليقة . ولما كانت تتشابه الاحتياجات الغذائية من الأحماض الأمينية الأساسية للسمك مع محتوى عضلات السمك من نفس هذه الأحماض ، فإنه ينصح باستخدام مسحوق السمك مستخلص الدهن أو عضلات سمك مستخلصة الدهن كبروتين قياسى فى علائق الأسماك ، إذ أن البروتين الحيوانى له أعلى قيمة غذائية ، ولذا فإن إحلال البروتين النباتى محل الحيوانى يخفض محتوى العليقة من الأحماض الأمينية الضرورية بما يستلزم إضافة هذه الأحماض الأمينية الضرورية الناقصة (والتي تحدد من النمو) بإضافات مخلفة Synthetic أو أن يكون الإحلال جزئى أى تظل العليقة محتوية على بروتين حيوانى . خاصة وأن الأسماك آكلة اللحوم (وعلى وجه الخصوص التى لها حاسة شم قوية تستغلها فى الوصول إلى غذائها) لاتقبل على هذه العلائق المضاف إليها أحماض أمينية مخلفة ، علاوة على أن الأسماك المختلفة لاتستفيد بنفس الدرجة من الأحماض الأمينية الحرة ، ويتطلب على ذلك بتغطية هذه الأحماض الحرة بالكازين مما يساعد على سرعة امتصاصها على حد سواء فى القراميط والمبروك والبلى . بل إن الأحماض الحرة فى علائق البلى الأخضر تعتبر مشبهات فتزيد استهلاك الأكل .

وتختلف الاحتياجات من الأحماض الأمينية الضرورية باختلاف نوع السمك ، فقد قدرت هذه الاحتياجات على أفضل مستوى بروتين عليقة (إذ تزداد هذه الاحتياجات على الأقل من بعض هذه الأحماض بزيادة بروتين العليقة حتى المستوى المثالى من استهلاك البروتين) لبعض أنواع السمك كالتالى :

نوع السمك (ونسبة البروتين في العليقة)			الحمض الأميني الضروري % من العليقة
ميروك (١٣,٢)	ثعبان (٣٧,٧ %)	سالمون (٤٠ %)	
١,٦	١,٧	٢,٤	أرجنين
٠,٨	٠,٨	٠,٧	هيسيتدين
٠,٩	١,٥	٠,٩	إيزوليوسين
١,٣	٢,٠	١,٦٠	ليوسين
٢,٢	٢,٠	٢,٠	ليسين
* ١,٢	* ١,٩	* ١,٦	ميثيونين
*** ٢,٥	*** ٢,٢	*** ٢,١	فينيل الاتين
١,٥	١,٥	٠,٩	ثريونين
٠,٣	٠,٤	٠,٤	تريوتوفان
١,٤	١,٥	١,٣	فالين

* ميثيونين + سيستين

** في غياب السيستين

*** في غياب التريونين

وعلى ذلك تنشأ مشاكل في تعيين المقننات من هذه الأحماض عند تكوين الجزء البروتيني من العليقة للأنواع الأخرى غير المقدّر لها احتياجاتها من الأحماض الأمينية (الأنواع البحرية) لاختلاف هذه الاحتياجات باختلاف السمك كما بدا من الجدول السابق .

والأحماض الأمينية لا تدخل فقط في تكوين البروتينات ، بل لها أدوار عديدة أخرى ، فالترتوفان مثلا يعمل كمولد للسيروتونين Serotonin وحمض التيكوتينيك ويعمل على تنظيم ميتابوليزم الكربوهيدرات .

وكما اتضح من دراسة أكثر من نوع سمكي أن ليحض الأحماض الأمينية فعلا انخاريا للأحماض الأمينية الأخرى ، فالسيستين والتريونين يمكنهما أن يوفرا أو يحلا محل جزء من ميثيونين وفينيل الاتين العليقة (على الترتيب) . إذ يتحول الميثيونين إلى سيستين والفينيل الاتين إلى تريونين في الميتابوليزم في كثير من الحيوانات والأسماك . كما يوجد تداخل بين بعض الأحماض الأمينية وبعضها كتداخل الليوسين مع الإيزوليوسين ، وتضاد العلاقة بين الليوسين والأرجينين فزيادة الليوسين في العليقة تزيد الاحتياجات إلى

الأرجينين ، ويتطلب إضافة التيروزين إلى العلائق منخفضة الفينيل الأئين لتدخلهما معا في التأثير على النمو ، ففي حالة نقصهما من العليقة ينخفض النمو . وهناك شبه اعتقاد في أن بكتريا الأمعاء تخلق الأحماض الأمينية الضرورية جزئيا في بعض أنواع السمك المرباة بطريقة غير مكثفة ، فتغطي جزءا من متطلبات الأسماك من الأحماض الأمينية .

ويمكن تقدير الاحتياجات من الأحماض الأمينية عن طريق نتائج تركيب الجسم الكلى للسمك من الأحماض الأمينية الضرورية عند أفضل نمو للسمك (وإن كان امتصاص الأحماض الأمينية يختلف باختلاف مصدر البروتين والفترة الزمنية بعد التغذية) ، وكذلك تقدر الاحتياجات عن طريق التغذية على علائق متدرجة المحتوى من حمض أميني معين ويعين المستوى من الحمض الذي يؤدي إلى أفضل زيادة في وزن الجسم والكفاءة الغذائية وتركيز الحمض في العضلات وفي البلازما ، وقد تستخدم الأحماض الأمينية المرقمة إشعاعيا سواء بالتغذية أو بالحقن وتتبع أكسدتها . ويعبر عن الاحتياجات من الأحماض الأمينية بالجرام / ١٠٠ جم بروتين لكل حمض على حدة ، أو بالمليجرام حمض أميني متطلي / كيلو جرام وزن جسم / يوم .

وعموما فهناك اختلافات كبيرة بين نتائج الباحثين بالنسبة للاحتياجات من الأحماض الأمينية تتوقف على نوع السمك والطرق المستخدمة والمقاييس التجريبية . ويراعى عند استخدام بروتين الصويا محل مسحوق السمك أن يضاف الحمض الأميني المحدد Limiting Amino Acid في الصويا (ميثيونين) ، وعند استخدام مخلفات النواجن والريش يضاف ١,٧ ٪ ليسين هيدروكلوريد مع ٠,٤٨ ٪ ميثيونين مع ٠,١٤ ٪ تريبتوفان .

ويزيد ارتباط الأحماض الأمينية ببروتين جسم السمك بزيادة درجة حرارة الماء حتى حدودها الحرجة ويعددها يقل بسرعة ، كما يقل هذا الارتباط بصيام السمك ويانخفاض تركيز الأوكسجين الذائب أو انخفاض حجم الماء ، ويزيد الأنسولين من هذا الارتباط (تخليق البروتين) . ويظل مستوى بروتينات بلازما السمك ثابتا ، إذ يحدث تنظيم بين مستوى بروتينات البلازما وإخراج البروتين .

احتياجات بعض أنواع الأسماك من الأحماض الأمينية الضرورية كنسبة مئوية من بروتين العليقة

الحمض الأميني	قرايط	ثعابين	المبروك العادي	سالمونات
أرجينين	٤,٣	٣,٩	٤,٤-٣,٨	٦,٠
هستيدين	١,١	٣,٦	٢,١-١,٤	١,٨
إيزوليوسين	٢,٣	٤,١	٢,٦-٢,٣	٢,٢
ليوسين	٣,٤	٣,١	٤,٨-٣,٣	٣,٩
ليسين	٥,١	٤,٨	٦,٠-٥,٣	٥,٠
ميثيونين *	٢,٣	٤,٩	٤,٠-٣,١	٤,٠
فينيل ألانين **	لم تقدر	لم تقدر	٥,٢-٤,٩	٥,١
ثريونين	٢,٢	٣,٦	٣,٩-٣,٣	٢,٢
تريبتوفان	٠,٥	١,٠	٠,٨-٠,٦	٠,٥
فالين	٣,٨	٣,٦	٣,٦-٢,٩	٣,٢

* ميثيونين + سيستين (٣/١ هذه الاحتياجات على الأقل ميثيونين) .

** فينيل ألانين + تيروسين (٢/١ هذه الاحتياجات على الأقل من الفينيل ألانين) .

هذا وتختلف معاملات هضم الأحماض الأمينية باختلاف مصادرها كالتالي :

مادة الملف	مسحوق سمك	مسحوق نواجن مخلفات مجازر	مسحوق حيوانات
% بروتين خام	٨٩,١	٧٧,٦	٧٥,٥
% هضم أحماض أمينية كلية	٩١,٦	٨١,٨	٧٥,٦

وعليه أيضا تختلف معاملات هضم الأحماض الأمينية المنفردة المختلفة باختلاف مصادرها .

رابعاً : الدهون Fats :

هناك علاقة مابين طاقة العليقة والاستفادة من بروتينها ، فافضل نمو في القرايط كان على عليقة تحتوى ١١,٥ ميجا جول / كجم و ٢٤ % بروتين أو ١٤,٣ ميجا جول / كجم مع ٢٨ - ٣٢ % بروتين ، وبإضافة ١٨ % دهن إلى عليقة المبروك أمكن خفض بروتينها من ٤٥ إلى ٢٩ % دون انخفاض في نمو الجسم . فتوفر مصدر طاقة في العليقة يوفر البروتين للنمو ولا يجعل الأسماك تستخدم بروتين العليقة لإنتاج الطاقة . بينما زيادة مصادر الطاقة في العليقة تؤثر سلبيا على الاستفادة من بروتين العليقة ، إذ

تستهلك الأسماك من العليقة حتى تغطي احتياجاتها الحرارية فلا تستفيد من بروتين العليقة لقلّة المستهلك منها ، ومن التأثيرات السلبية كذلك لزيادة طاقة العليقة هو زيادة كمية دهن الجسم وهو أمر غير مرغوب يؤدي إلى إنتاج أسماك منخفضة التصافي .

وعلى كل حال فإن الاحتياجات الحرارية للسماك أقل كثيراً منها للحيوانات الأرضية ، لذلك تتناول الأسماك نسبة بروتين : طاقة ضيقة جداً .

وفيما يلي الطاقة الميتابوليزمية لبعض الأعلاف (بالميجا جول / كجم) المستخدمة للمبروك :

مادة العلف	الطاقة الميتابوليزمية
أذرة	١٤,٥
قمح	١٣,٠
نواتج طحن قمح	٨,٨٦
كسب فول صويا	١١,١
كسب بذرة قطن	١١,١
مسحوق سمك	١٤,٦
مسحوق لحم نواجن	١٤,٨
مسحوق ريش	١٢,١
فرشة نواجن	٦,٢٧
مسحوق برسيم حجازي	٧,٥٢
زيت أودهن	٣٧,٦ - ٣٣,٤

وتستخدم جداول الطاقة لأعلاف الدواجن عند حساب احتياجات الأسماك ، وفي ذلك خطأ ناتج من الفرق بين الدواجن والأسماك في أن الأولى تنتج حمض اليوريك (به ٢٥ ٪ من طاقة بروتين العليقة) بينما السمك ينتج أمونيا (معدومة الطاقة تقريباً) ، علاوة على أن تخليق وإخراج حمض اليوريك يتطلب طاقة ، وإخراج السمك للأمونيا في الماء عن طريق الخياشيم لا يتطلب طاقة .

وتتطلب الأسماك الدهون Lipids كمصدر للطاقة والنمو والحفظ تركيب ووظيفة الأغشية الخلوية (والمستول من ذلك محتوى الدهون من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع) ، ومعروف منذ القدم أن الدهون تلعب دوراً كبيراً في كيمياء الحيوانات المائية وعلى الأخص البحرية منها ، وذلك راجع لتمييز الزيوت البحرية (عن الدهون للحيوانات الأرضية) بفناتها بالفيتامينات الذاتية في الدهون والأحماض الدهنية غير المشبعة العالية ، ولأن عديد من الحيوانات البحرية تحتوي كميات كبيرة من الزيوت سهلة الاستخلاص كزيت كبد الحوت ، مما يستلزم ضرورة توفير الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة في غذاء هذه الأسماك . ووجود كميات كبيرة من الزيت في الأسماك يعني أن الدهون (أكثر من الكربوهيدرات) هي

المخزون المفضل للطاقة في الأسماك في بيئتها الطبيعية ، وهذه تنطبق على كل الأسماك وخاصة البحرية منها .

وتعتبر استرات الشموع مصادر دهن غذائي عادية لكثير من الأسماك كالأسماك البحرية المغذاة على الهوائيم الحيوانية التي يخزن فيها الدهن في صورة استرات شمع أساسا ($\frac{1}{3} - \frac{2}{3}$) وزنها الجاف) رغم أن استرات الشمع غير محبة للماء Hydrophobic بشكل أقوى من الجليسرولات ثلاثية الأسيل وعليه فهي أكثر صعوبة في استقلابها لكن لمصائر أمعاء الأسماك البحرية القدرة على تحليلها وربط نواتج تحليلها بدهون الأنسجة ، وإن كان هضم استرات الشموع يتباين بشدة باختلاف الأنواع السمكية إذ يتوقف على شكل الأمعاء ومدى وجود الزوائد الأعورية التي توفر إطالة وقت الامتصاص للغذاء في الأمعاء لضمان تحلل كامل لاسترات الشمع ، بينما لا توجد استرات الشمع بأي تركيز ملموس في بيئة المياه العذبة وبالتالي فلا تستهلكها أسماك الماء العذب بل تستهلك الجليسيريدات الثلاثية كمكون أساسي لدهنها . ويؤثر مستوى دهن العليقة على تركيب جسم السمك ، فزيادة دهن العليقة تزيد من دهن الجسم وتخفف من محتواه البروتيني والمعدني ، وزيادة تخزين الدهون في السمك تؤدي إلى مشاكل في التخزين (للأكسدة الذاتية للدهون) والتسويق (طعم سمكي) وصحة الإنسان (كثير من الكيماويات السامة تتوحد وتتراكم في دهن السمك) ، وزيادة دهن عليقة الأسماك في حدوده المثلّي تحسن من التحويل الغذائي (ولكن ربما تؤدي زيادة دهن العليقة إلى إتلاف الكبد وربما نفوق السمك خاصة لو كان الزيت زخا أو متأكسدا) وإن كان دهن السمك يتأثر كذلك بدرجة حرارة الماء ومعدل النمو وكثافة السمك في الماء والتضيق الجنسي بجانب مكونات العليقة وتركيبها والاستعداد الوراثي . وهناك علاقة وثيقة بين رقم اليود لدهن السمك ورقم اليود لدهن العليقة المقدمة للسمك (رغم أن بعض أنواع الأسماك يمكنها تخليق الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع من مصادر غير دهنية) ، ويؤثر دهن العليقة على لون سيرم بعض الأسماك والذي يتلون بالأخضر المزرق لاحتوائه على معقد بروتيني ذو صبغة يحتوى على جزء كبير من الدهن وهذا اللون يتوقف على الموسمية التي تؤثر في نوع وكمية الغذاء ، وتستخدم في تغذية الأسماك دهون عديدة كزيت السمك وزيت الصويا وزيت أذرة وزيت زيتون ودهن الخنزير ودهن البقر وكذلك خليط زيت السمك مع الدهن الحيوانية وذلك في حدود نسبة ١٠ - ٢٠ ٪ بدون تأثيرات سلبية على النمو ، مع احتوائها على الكميات المطلوبة من الأحماض الدهنية الأساسية وعلى أن تكون الدهون مهضومة أي منخفضة نقطة الانصهار إذ تتوقف معاملات هضم الدهون على درجة عدم التشبع أو نقطة الانصهار (أكثر مما تتوقف على مصدرها نباتي أو حيواني) فإذا كانت درجة الانصهار لدهن العليقة أعلى من درجة حرارة البيئة يكون الدهن منخفض الهضم . ويراعى عدم استخدام الدهن الزنخة Rancid وكذلك زيت بذور القطن (لاحتواءه من الحمض الدهني الحلقى Cyclopropene fattyacid السام) في تغذية الأسماك الحساسة لذلك .

ومن الضروري توفير احتياجات السمك من الأحماض الدهنية الضرورية Essential Fatty Acids ، وهي الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع طويلة السلسلة (خاصة حمض اللينولينيك Linolenic

(Acid) والتي تتطلبها الأسماك بنسبة ١ ٪ من كل من حمض اللينولينيك وحمض اللينوليك Linolic Acid ، فهذا الخليط أفضل في تأثيره على نمو الأسماك عن إضافة أى من الحمضين كل على حدة (واللذان لتخلفهما الأسماك) . وزيادة مستوى دهن الطليقة يزيد الاحتياج من الأحماض الدهنية الضرورية . واحتياجات أسماك البلطي الأخضر من اللينوليك (أكثر من اللينولينيك) تبلغ حوالى ١ ٪ من الطليقة ، والمبروك ١ ٪ لينولينيك و ١ ٪ لينوليك . وقد يعبر عن الاحتياجات من الأحماض الدهنية الضرورية كنسبة من دهن الطليقة كأن يقال : إن التروا مثلاً يحتاج إلى حمض اللينولينيك بنسبة ٢٠ ٪ من دهن الطليقة أو بنسبة ٢٠٧ ٪ من الطاقة الكلية للطليقة .

وتتوقف عموماً الاحتياجات من الأحماض الدهنية الأساسية للأسماك على عمر السمك وظروف المياه والطليقة ، فاليرقات احتياجاتها عالية بالنسبة لفترات العمر الأخرى ، أسماك المياه المالحة تمج عن تخليق هذه الأحماض عن أسماك الماء العذب ، لذلك فاحتياجاتها أعلى من احتياجات أسماك الماء العذب . ودهن الغذاء يؤثر على طعم لحم السمك ، لذا يجب المحافظة على حد أدنى من الدهن فى الطليقة لايجب الانخفاض عنه .

خامساً : الكربوهيدرات Carbohydrates :

تلعب الكربوهيدرات دوراً أقل أهمية فى الأسماك عنه فى الثدييات ، لذا فإنه لمن غير المعتاد أن تكون علائق السمك غنية بالكربوهيدرات ، فطليقة العديد من أنواع السمك تتكون غالباً من البروتين فقط تقريباً ، إذ أن معظم طاقة السمك اللازمة للسباحة تستمد من أكسدة الدهون أو الجلوكوز الناتج من الأحماض الأمينية ، إلا أن إضافة نسبة من الكربوهيدرات فى طليقة السمك يوفر من استخدام بروتينها كمصدر للطاقة (غالى الثمن) ، كما يمكن إحلال مستويات أعلى نسبياً من الكربوهيدرات محل الدهون جزئياً فى علائق السمك دون خفض معدلات النمو أو الكفاءة التحويلية . والسمك عموماً أقل قدرة عن الثدييات فى تمثيله للجلوكوز وذلك لنقص نشاط إنزيمات الهكسوكيناز ، وإن كانت الأسماك فى استفادتها من الطاقة تتشابه مع ما يحدث فى الثدييات المريضة بمرض السكر Diabetic Mammals ومن هنا تنبى أهمية البروتينات فى أكسدة أحماضها الأمينية وتدخل فى تخليق الدهون التى تخزن بالكبد وإنتاج الطاقة فى الأسماك .

ورغم إنخفاض الطاقة المتولدة عن حرق الكربوهيدرات بالنسبة لطاقة الدهون والبروتينات ، إلا أن الكربوهيدرات تعتبر أرخص مصادر الطاقة فى الطليقة . ومصادر الكربوهيدرات أساساً الحبوب ومخلفاتها . ولا يوجد مستوى فطرى موعى به من الكربوهيدرات فى علائق الأسماك (لأنها يمكن تخليقها من مصادر الدهون والبروتين الغذائية) إلا أن إضافتها لها فعل موفر للبروتين Protein - Sparing Action (كما نكر من قبل) وللمن كمصدر للطاقة (إذ توفر الأحماض الأمينية والدهنية لأغراض النمو) . كما تزيد الكربوهيدرات من حجم الطليقة وتربط مكوناتها . وللأسماك أكلة العشب ومتنوعة التغذية قدرة كبيرة على

الاستفادة من الكربوهيدرات فيمكن تغذيتها على نسبة عالية من الكربوهيدرات حتى ٥٠٪ وأكثر بشرط ألا يكون ذلك عقب صيام شديد ، إذ تؤدي العلائق الغنية بالكربوهيدرات إلى نسبة عالية من التفوق بين أسماك المبروك عند تقديمها للسماك بعد صيام شديد . كما تتوقف الاستفادة المبروك من المصادر الكربوهيدراتية على تكرار التغذية ، وإن كان معدل النمو عند التغذية على المالتوز أو الجلوكوز يتساوى أو يفوق معدل النمو عند التغذية على النشا .

والأسماك آكلة اللحوم لا تحتمل التغذية المرتفعة الكربوهيدرات ، وإن أمكن أقلمتها تدريجياً ولدى معين على الاستفادة من كربوهيدرات العليقة . فأسماك السالمون لا ينبغي زيادة كربوهيدرات عليقتها عن ١٢٪ ولا زادت نسبة التفوق ، ويزيد مستوى جلوكوز دماؤها أى تتفاعل كمرض السكر Diabetics ، وأسماك التراوت يمكن زيادة كربوهيدرات علائقها إلى ١٥ - ٣٠٪ دون تأثيرات ضارة على النمو والحيوية وإن أدى هذا المستوى من الجلوكوز إلى زيادة دهن الأحشاء وجليكوجين الكبد ، إذ أنه على درجة الحرارة المنخفضة تقل الاستفادة من الكربوهيدرات مؤدية إلى زيادة تخزين الجليكوجين في الكبد ودليل الكبد الجسمي (وإن كانت زيادة جليكوجين الكبد ودليل الكبد الجسمي Hepato - Somatic Index (وزن الكبد / وزن الجسم × ١٠٠) مرتبطان بانخفاض تحمل سموم الماء وتلف وظائف الكبد) . وتهضم أسماك التراوت الكربوهيدرات بمعدلات متباينة فالجلوكوز تهضمه بمعدل ٩٩٪ ، والمالتوز ٩٢٪ ، السكروز ٧٣٪ ، اللكتوز ٦٠٪ ، النشا المطبوخ ٥٧٪ ، النشا الخام ٣٨٪ ، فالكربوهيدرات الأكثر هضماً هي السكريات الأحادية يليها السكريات الثنائية فمعدلات التسكر البسيطة ثم النكسترين والنشا . ويهضم المبروك في المتوسط ٨٥٪ من النشا (إذا كان في حدود ١٩ - ٤٨٪ من العليقة) . ويرتبط نشاط السليولاز بميكروفلورا القناة الهضمية حتى مع حبس السمك في أحواض وتغذيته على المحبيبات . وعموماً فالأسماك ليس لديها قدرة على تمثيل الجلوكوز غذائياً بسرعة ، ومبروك الحشائش أقدر على الاستفادة من الجلوكوز يليه ثعبان السمك ثم المبروك فالتراوت . وعلى ذلك فالأسماك عند صياها لا تستنزف جليكوجين أكبادها بسرعة كما لا يختلف تركيز جلوكوز دماؤها حتى بعد صيام فترة طويلة . وقد يتوقف معدل أكسدة الجلوكوز على محتوى العليقة من البروتين فزيادة مستوى البروتين (٥٠٪) تخفض معنوياً من أكسدة الجلوكوز عنه على ١٠٪ بروتين (مع ارتفاع النشا) لأن الأحماض الأمينية تتفوق علم . الجلوكوز كمصدر للطاقة في الأسماك .

ونظراً لارتفاع أسعار مسحوق السمك كأهم مصدر بروتين حيواني في علائق الأسماك ، فإنه غالباً ما يضطر إلى إحلال البروتينات النباتية جزئياً محل مسحوق السمك ، ولذا تتوفر الألياف في علائق السمك بدخولها مع الأكساب والحبوب والمنتجات الجانبية للتصنيع الزراعي في علائق الأسماك . إلا أن المعلومات محدودة عن الاحتياجات الغذائية من الألياف للأسماك ، لذا يصعب تقييم مثل هذه المواد . إلا أنه تستخدم عادة مخلفات الحقول والمصانع ومزارع الدواجن والحيوانات المختلفة والمنازل والمطاعم وغيرها ، سواء كما هي أو بعد معاملتها بطرق مختلفة لتغذية الأسماك رغم غناها بالألياف ، فهي قد تتناسب مع طرق الإنتاج السمكي لكن غير المكثفة . وقد وجد أن إضافة القليل من السليولوز إلى علائق السالمون تزيد من النمو وكفاءة الاستفادة من البروتين ، كما وجد أن أفضل مستوى من السليولوز في علائق القراميط هو ٢١٪ ، وإن كان وجود السليولوز في صورة نقية (الفاسليولوز) كان قليل القيمة الغذائية في علائق القراميط (أو المبروك

العادي أو التراوت التي أضيف إلى علائقها حتى ٢٠٪ منه فكان عديم الهضم ، بل خفض من نمو التراوت مقارنة بالعلائق غير المضاف إليها ألياف) ، والمبروك العادي له درجة عالية في هضم ألياف العليقة تتراوح ما بين ٢٥ - ٨٩٪ حسب نوع مادة العلف ودرجة طحنتها ، فكلما زاد الطحن نغومة زاد معامل هضم الألياف، وإن كانت نتائج الأبحاث متباينة طبقاً لنوع السمك ومصدر الألياف ذاتها ومستواها ومستوى البروتين ومصادر الطاقة الأخرى في العليقة ومدى تخفيف العليقة ككل واستهلاكها وتفرغ المعدة والاستفادة من المغذيات بجانب فترة الأكل على هذه التغذية .

سادساً : الفيتامينات Vitamins :

عوامل نمو أساسية لعدم إمكانية تخليقها أو لتخليقها بمعدل غير كاف لاحتياجات السمك ، وهي مركبات عضوية تتطلبها الأسماك بكميات صغيرة للنمو الطبيعي واكتمال الصحة وسلامة التناسل والميتابوليزم ، والفيتامينات جزء من الأنظمة المساعدة الإنزيمية Coenzyme Systems في العمليات البيوكيميائية Biochemical Pathways في الأسماك كما في الحيوانات الأخرى . وتتحصل الأسماك على الفيتامينات في غذائها وتخزن بعضها في الكبد ، ولا تعتمد على تخليقها لهذه الفيتامينات لعدم ثبات تركيب فلورا الأمعاء (التي تخلق بعض الفيتامينات) في أي فحص يجري على السمك . وعموماً فكل فيتامين يحتاجه الإنسان يعتبر كذلك ضرورياً للأسماك . وتأثر الاحتياجات الفيتامينية بحجم الأسماك وعمرها ومعدل نموها والضغط البيئي وظروف المياه والعلية . والفيتامينات مجموعتان ، إحداهما ذائبة في الدهون والأخرى ذائبة في الماء .

١ - الفيتامينات الذائبة في الدهون Fat- Soluble Vitamins :

وتشتمل على أربعة فيتامينات (١ ، د ، هـ ، ك) . وهي ضرورية لحفظ التركيب الطبيعي ووظائف العين والخصائص وسلامة التراكيب الهيكلية والطلائية المتطورة . وتختلف الأنواع السمكية من حيث قدرتها على الاستفادة من مواد (أحجار البناء الأولية) الفيتامينات ، فهناك العديد من الأنواع (غير السالمونات) يمكنها تحويل فيتامين ١ (A1) إلى ٢ (A2) والعكس بالعكس ، كما تختلف من الكاروتينويدات Carotinoids في العليقة ، كما تستفيد الأسماك من الكاروتينويدات المؤكسدة Astaxanthine الذي تتحصل عليه الأسماك بكميات كبيرة عند تغذيتها على القشريات .

وتختلف الأسماك من حيث قدرتها على تحويل هذه الصبغات ، فإما أن :

١ - لا تغير من الصبغة بل تخزنها فقط .

٢ - أو أن تحدث بعض التغييرات كتحويل البيتاكاروتين إلى استا اكرانثين .

٣ - أو تكوين استا اكرانثين لكن ليس من البيتاكاروتين ، إذ يمكن تكوينه من اللوتين Lutein و Zeaxanthin .

وتقوم الأسماك بإنتاج نسب مختلفة من الصبغات البصرية (الحساسية للضوء والتي يدخل الريتينول Retinol (فيتامين ١) في تخليقها) باختلاف المواسم أى باختلاف زاوية سقوط أشعة الشمس على الأفق ، وتتفرد الأسماك بإمكانيتها تكوين سلسلة منفصلة من الصبغات البصرية من الديهيدورريتينول (فيتامين ٣) لتحقيق حساسية إضافية للطرف الأحمر من الطيف عند معيشتها في الماء العذب . هذا ويمكن تخليق اللوتين Lutein والبيتاكاروتين β -Carotene ولحد ما كذلك الكانثا أكثر اثنين Canthaxanthine من مشتقات أخرى ، وترجع الأهمية التجارية لتخزين الكاروتينويدات إلى إعطائها اللون المقبول للحم السمك للأكل وكذلك الألوان البراقة في الجلد لسمك المعارض ، وعلى ذلك فللحصول على لون لحم سالمون مرغوب تضاف مخلفات الجمبرى أو الكانثا أكثر اثنين المخلق إلى العلائق ، إذ يميز المستهلك السالمون أساسا من لونه وعليه يتوقف سعر السالمون المتزايد على مستوى التلوين الحادث في الأسماك .

ولا يخفض فيتامين (د) في السمك إلى التخليق عند التعرض للشمس كما في الثدييات ، فهناك أسماك لا تتعرض بشتا أو قد تتعرض نادرا للشمس ورغم ذلك تخزن فيتامين (د) (فلريما لدى هذه الأنواع القدرة على تخليق) وعلى العكس من ذلك فسمك الذهب معرض بشدة لضوء الشمس يحتوى قليل أو قد لا يحتوى على هذا الفيتامين . ووجود فيتامين (D) في السمك لا يرتبط بتكوين العظام ، إذ أن عدد من أنواع السمك عديمة الهيكل العظمى وتخزن فيتامين (د) لحد ما ، وإن كان فيتامين (D₃) (كوليكالسيفيرول) ضرورى للنمو الطبيعي لهيكل أنواع أخرى من الأسماك ، علاوة على أن (D₃) حجر بناء (مولد Precursor) لهرمون ١ - ٢٥ - دي هيدروكسى د₃ الذى يتدخل في امتصاص الكالسيوم والفسفور . ولم تثبت بعد الاحتياجات من فيتامين (د) للمبروك .

وفيتامين هـ Tocopherol (E) متطلب للنمو الطبيعي للسمك وكمضاد للأكسدة فيمنع تجزئ الفوسفوليبيدات في الأغشية البيولوجية . وإضافته إلى علائق أسماك الذيل الأصفر المستزرع في اليابان تجعلها تتحمل انخفاض الأوكسجين الذائب في الماء إذ أن فيتامين (هـ) يزيد الاستفادة من الأوكسجين في الأسماك المستزرعة . وتتوقف الاحتياجات منه على مستوى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع في العلائق .

ولم يظهر فيتامين ك (K) أى تأثير على النمو وحيوية السمك .

ب - الفيتامينات الذائبة في الماء Water -Soluble Vitamins :

وتحتوى مجموعة كبيرة (١١) من الفيتامينات التي تذوب في الماء ، لذا فتتوقف احتياجات السمك من هذه الفيتامينات على مدى ثبات الطلف في الماء ومدة تعرضه للماء قبل الأكل .

فمجموعة فيتامين (ب) المركب B - Complex-group أو الخميرة تؤدي إلى زيادة حيوية المبروك الهندى وزيادة نموه معنويا . وفيتامينات - ب - المركبة تشكل مركبات أساسية لمختلف المساعدات الإنزيمية Coenzymes وعادة تتفاعل فيما بينها تآونيا Synergistically وهى مسئولة عن حفظ وظائف النمو .

واحتياجات أسماك المبروك من فيتامينات (ب) أقل من احتياجات السلمون . **الثيامين** Thiamine (ب١ -) هام لأكلات العشب لأن احتياجه مرتبط باستهلاك الكربوهيدرات ، فتظهر أعراض نقصه في المبروك بارتفاع محتوى العليقة من الكربوهيدرات أو مضادات الثيامين ، وإن ذكر آخرون أن احتياجات المبروك من الثيامين منخفضة علاوة على مقاومة المبروك لمضادات الثيامين . وللثيامين تأثير على نمو السمك ونشاط إنزيم Erythrocyte Transketolase في أسماك التربيوت . **والريبو فلافين** ومشتقاته حيوية لكل الحيوانات بما فيها الأسماك لأنها تعمل كمستقبلات لأيون الهيدروجين في كثير من الأنظمة الإنزيمية في سلسلة نقل الإلكترون . ونقص الريبو فلافين (ب٢) Riboflavin (B₂) في العليقة يصاحبه نقص الفيتامين في لحوم الأسماك . وترتبط احتياجات البيريوكسين (ب٣) Pyridoxine (B₆) ببروتين العليقة وعليه فهو هام للأسماك آكلة اللحم . **البيوتين** Biotin أو فيتامين (H) جزء أساسي من الأنظمة الإنزيمية المنظمة للتفاعلات التي يدخلها مجاميع الكربوكسيل الحيوية Vital Carboxylation ومنها بيروكساز كربوكسلاز (الذي يدخل في تخليق الجلوكوز من غير المصادر الكربوهيدراتية) واسيتيل مساعد انزيم (I) كربوكسلاز Acetyl CoA Carboxylase الهام في تحلل الدهون ، وعليه فيلعب البيوتين دورا أساسيا في ميتابوليزم الكربوهيدرات والدهون وفي تخليق مختلف البروتينات . وللأسماك احتياجات من البيوتين (وإلا ظهرت أعراض نقصه) تضاف عادة في الإنتاج المكثف من الأسماك المختلفة . **والفولات** أو حمض الفوليك Folic Acid لم تثبت أهميته لأسماك المبروك رغم إضافته إلى علائق الأسماك . والايونوسيتول Inositol (أو الانسيتال Insital أو الميوإينوسيتول Myoinositol) مركب بنائي للأنسجة الحية . أن الميزواينوسيت هام في ميتابوليزم الكربوهيدرات ، وينتمي إلى مجموعة فيتامينات (ب) ، وله خواص محبة للدهون كذلك مما يجعل له دورا في ميتابوليزم الدهون ، كما له دور في حفظ وظائف القناة الهضمية ، كما يمنع مرض الكبد الدهني Fatty Liver وتراكم الكوايسترول في الكبد ، ويحسن التحويل الغذائي ، ويمنع أمراض الأنيميا ، إذ يزيد هيموجلوبين الدم والنسبة الحجمية لجسيمات الدم Haematocrit وعدد كرات الدم الحمراء ، ويزيد انتعاش السمك ونموه ، ولايخفض الميزواينوسيت فقط من دهن الكبد ، بل خفض كذلك من الرقم اليودي له بمعنى خفضه للأحماض الدهنية غير المشبعة ذات الروابط الزوجية ، وهذا كله يعكس التأثير الموجب للميزواينوسيت على الصحة ، وفي حالة الظروف الخطيرة فإنه يقلل من تأثيرها على ميتابوليزم الكبد ، كما في حالة مرض تلف الكبد الدهني الذي تشفى منه الأسماك بإضافة هذا الفيتامين . أما **النياسين** Niacin أو حمض النيكوتينيك Nicotinic Acid فيلعب دورا هاما كمكون أساسي في مساعدات الإنزيم NAD و NADP الناقلة للهيدروجين والتي تدخل في عدد من تفاعلات الأكسدة والاختزال . ولا كان التريبتوفان ليس حجر بناء كفه للنياسين في عديد من أنواع السمك (لذا يجب توفيره في العليقة) وذلك لانخفاض نسبة إنزيم حمض ٣- هيدروكسي أنثرانيليك أو كسيهيناز إلى إنزيم حمض بيكراتينيك كربوكسلاز في الكبد (ارتفاع هذه النسبة يدل على كثافة تحويل الحمض الأميني تريبتوفان إلى فيتامين النياسين) . **وفيتامين ب١٢** (B₁₂) أو السيانونكوبالامين Cyanocobalamine فهو ضروري للنمو وتكوين الدم والأنسجة العصبية ، ولايشترط إضافته في علائق بعض الأسماك للمياه الدافئة

كالقرومط والبلطى النيلي والمبروك وغيرها من أسماك الماء العذب (وكذا حمض الفوليك وفيتامينات د ، ك)
لقدرة هذه الأسماك على تخليقها بفعل الكائنات الدقيقة فى أمعائها .

ويستكمل **فيتامين ج (C)** أو حمض الاسكوربيك Ascorbic Acid مجموعة الفيتامينات الذائبة فى الماء . والأسماك من الفقاريات التى يعوزها تخليق هذا الفيتامين (مما يستلزم احتواء الغذاء عليه لمنع أعراض مرض الإسقربوط Scurvy) لعوزها إنزيم جلونولاكتون أو كسידاز L-Gulonolactone Oxidase اللازم للتخليق الحيوى للاسكورات Ascorbate من الجلوكوز وغيره . وإن كانت لبعض الأسماك (كالقراييط) قدرة على تخليق بعض من فيتامين (ج) أو مركبات لها قدرة تخليق الكولاجين ، وللمبروك قدرة على تحويل الجلوكوز والجلوكورونولاكتون إلى حمض اسكوربيك لوجود إنزيم الجلوكونولاكتون أو كسידاز فى البنكرياس الكبدى للمبروك ، وعليه فلا يحتاج المبروك لإضافة هذا الفيتامين إلى العليقة . وللفيتامين دور فى عملية هيدركسلة Hydroxylation الأحماض الأمينية الليسين والبرولين فى الكولاجين (بروتين مكون أساسى للأنسجة الضامة) فى العظام والغضاريف والجلد ، وكذا الهيدركسلة فى تخليق الكارنيتين Carnitine ، وهيدركسلة العقاقير والسموم كمبيدات الحشرات العضوية الكلورية Organochlorine Pesticides وإزالة سميتها فى الكبد وزيادة الفيتامين فى العليقة تخفض من تركيز المبيدات الحشرية فى جسم السمك فهو عامل لإزالة السمية ، كما يقلل الفيتامين من الإصابات المرغوبة فيخفض النفوق عند الإصابات البكتيرية بزيادة تركيز الفيتامين فى العليقة لتقويته للجهاز المناعى للسمك . ويتحكم الفيتامين فى انتشار الحديد داخل الطحال وإعادة توزيع مخزون الحديد ، أى يلعب دوراً فى ميثايليزم الحديد . والمعادن الهامة فيما عدا النحاس ويضاد التسمم بالمعادن الثقيلة . ويؤثر الحمض كذلك على التناسل والأقلمة ومقاومة الأمراض والضغط Stresses المختلفة . لذلك تتوقف احتياجات السمك منه على حجم السمك وحالته الفسيولوجية والعوامل البيئية والتداخلات الغذائية ، واحتياجات للنمو أقل من الاحتياجات لمقاومة الأمراض والضغط البيئية . ونظراً لأكسدة الفيتامين فى وجود المؤكسدات التى تشجعها وجود الرطوبة والحرارة والضوء ، فيحافظ على ثباته بحماية الطلف طبيعياً وكيمياوياً من عوامل الأكسدة مع إضافة إلى العلائق بكميات كافية (وإن كان هناك تعارض فى ضرورة إضافته إلى علائق المبروك على أساس مقدرة على تخليق حمض الاسكوربيك من الجلوكوز والجلوكورونولاكتون ، إلا أن المبروك الهندي يتطلب إضافات من الفيتامين بمقدار ٦٥٠ - ٧٥٠ مجم / كجم عليقة وإلا ظهرت أعراض نقصه) . ويحمى الفيتامين لأعلاف الأسماك بتغليفه بالشموع والدهون ، أو باسترته ، ويعد كبريتات أسكوربيك L-Ascorbyl - 2 - Sulfate أكثر المشتقات ثباتاً وإن كان نشاطه يعادل نشاط الفيتامين فى صفار التراوت قوس قزح ، إلا أنه ١/٤ نشاط الفيتامين بالنسبة لنمو القراييط . وأحدث مشتق للفيتامين هو إستر الفوسفات أو فوسفات أسكوربيك L-Ascorbyl - 2 - Monophosphate ، وثبت نجاح فعله مع القراييط لكن يحد ارتفاع سعره من استخدامه اقتصادياً فى أعلاف الأسماك رغم ثباته .

والمركب الأكثر ثباتاً عن حمض الأسكوربيك سواء للحرارة أو للرطوبة هو أسستر مشتق عديد الفوسفات أسكوربيل 2-Polyphosphate - L-Ascorbyl الذى يناسب تكميب العلف وضغطه وندفه Flaked Feed ، ويتوقف الاستفادة منه على وفرة إنزيم الفوسفاتاز ليحرر الفوسفات الحامية للفييتامين ، وهذا النشاط الإنزيمى يختلف باختلاف أنواع الأسماك والظروف البيئية .

والفييتامين (ج) أهمية فى التفاعلات البيوكيماوية الخاصة بكل المجاميع الغذائية (بروتينات - دهون - كربوهيدرات - فيتامينات أخرى - هرمونات - معادن - نيوكليوتيدات - مجاميع تحمل السلفهيدريل) ، فله تأثير موثر Sparing Effect لمختلف فيتامينات مجموعة (ب) وفييتامين (هـ) ، كما يتدخل فى تخليق الستيرويدات ويساعد فى منع أكسدة الأدرينالينات ومختلف النيوكليوتيدات ونواتج الميتابوليزم الأخرى . فكفاية الفييتامين مطلوبة لحبوية ونمو السمك وكفاءة تحويله الغذائى ومنع التسمم وضرورى للخصوبة والفقس وللمقاومة للأمراض وتكوين الفخاريات والعظام وميتابوليزم المعادن وإصلاح وتخليق أغشية الأنسجة والتئام الجروح . فلارتفاع محتوى أعضاء التناسل من الفييتامين ، ولدخول الفييتامين فى تخليق الهرمونات الإستيرويدية ، فزيادة تركيز الفييتامين فى علائق الأمهات تزيد فقس الزريعة وتزيد تركيز الفييتامين فى البيض وتزيد خصوبته .

والاحتياجات من هذا الفييتامين متسعة جداً (٢٠ - ٤٠٠ مجم / كجم عليقة) حسب نوع السمك ونموه وحالته الصحية وعمره ، فهى للقراميط ٣٠ - ٦٠ مجم / كجم علف حسب النمو الطبيعى (٣٠) أو لشفاء الجروح (٦٠) . ويقل الاحتياج للفييتامين بزيادة عمر السمك . ويجب إضافته بكم أكبر من احتياجاته الدنيا فى الإنتاج المكثف وأمراض التغذية والتلوث والأمراض والتلف الذى قد يطرأ عليه بتصنيع وتخزين العلف . وفيما يلى بعض التوصيات بالاحتياجات الفييتامينية المختلفة للأسماك :

فقد وضع مجلس البحوث القومي 1981 & 1977 NRC اقتراحاً
بالاحتياجات الفيتامينية اللازمة لنمو الأسماك على النحو التالي (وحدة دولية أو
مجم / كجم عذيق) :

الفيتامين	أسماك ماء بارد	أسماك ماء دافئ
فيتامين أ وحدة دولية	٢٥٠٠٠	٥٥٠٠٠
فيتامين د وحدة دولية	٢٤٠٠	١٠٠٠
فيتامين هـ وحدة دولية	٣٠	٥٠
فيتامين ك	١٠	١٠
مجم	١٠	٢٠
مجم	٢٠	٢٠
مجم	١٠	٢٠
مجم	٤٠	٥٠
مجم	١٥٠	١٠٠
مجم	١	٠.١
مجم	٥	٥
مجم	٠.٠٢	٠.٠٢
مجم	٣٠٠٠	٥٥٠
مجم	٤٠٠	١٠٠
مجم	١٠٠	١٠٠-٣٠

كما وضعت شركة La Roche, 1976 السويسرية توصيات بمستويات الفيتامينات المطلوبة للأسماك ثم طورتها لعام ١٩٩٢ على النحو التالي (بالوحدة الدولية أو مجم / كجم طلف جاف) طبقا لتوصيات عامي ١٩٧٦ ، ١٩٩٢ :

الفيتامين	المبروك ومائلته		سالمونات		ثعبان	
	١٩٧٦*	١٩٩٢***	١٩٧٦	١٩٩٢***	١٩٧٦**	١٩٩٢***
فيتامين (أ) وحدة دولية	٨٠٠٠	١٢٠٠٠-٨٠٠٠	١٥٠٠٠	١٠٠٠٠-٦٠٠٠	١٢٠٠٠	٢٠٠٠٠-١٥٠٠٠
فيتامين د وحدة دولية	١٨٠٠	٢٠٠٠-١٥٠٠	٣٠٠٠	٢٠٠٠-١٨٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠-١٥٠٠
فيتامين هـ وحدة دولية	٤٠	٢٠٠-١٠٠	٨٠	٢٠٠-١٥٠	١٦٠	١٥٠-١٠٠
فيتامين ب١ مجم	٣	٦-٣	٨	٦-٣	٤	٦-٣
فيتامين ب٢ مجم	٦	٢٠-١٠	١٥	٢٠-١٠	٢٠	٢٥-١٥
فيتامين ب٣ مجم	٢٥	٢٠-١٥	٣٠	٣٠-٢٠	٦٠	٦٠-٥٠
فيتامين ب٦ مجم	٧٠	١٢٠-٨٠	١٨٠	٢٠٠-١٥٠	٨٠	١٢٠-٨٠
فيتامين ب١٢ مجم	٦٠	٤٥-٤٠	٥٠	٥٥-٥٠	٦٠	٥٥-٥٠
فيتامين ب١٣ مجم	٦	١٢-٨	١٥	١٥-١٠	٢٠	١٥-١٠
فيتامين ب١٤ مجم	١	٠.٠١-٠.٠٢	٠.٠٥	٠.٠٥-٠.٠٣	٠.١٥	٠.٢-٠.٠١
فيتامين ب١٥ مجم	١	٤-٣	٥	٦-٤	٥	٦-٤
فيتامين ب١٦ مجم	٠.٣	١.٠-٠.٥	٢.٥	١.٠-٠.٥	٠.٨	٠.٥-٠.٣
فيتامين ب١٧ مجم	٨٠٠	١٠٠٠-٦٠٠	١٨٠٠	١٠٠٠-٦٠٠	٨٠٠	١٢٠٠-٨٠٠
فيتامين ب١٨ مجم	١٥٠	٢٠٠-١٠٠	١٠٠٠	٤٠٠-٢٠٠	١٥٠	٢٠٠-١٠٠
فيتامين ب١٩ مجم	١٥٠	٥٠٠-٢٠٠	٥٠٠	٨٠٠-٦٠٠	٢٠٠	٨٠٠-٦٠٠

* تزداد المقررات بمعدل ٥٠ ٪ في حالة الزريعة وأسماك الأبناء قبل وبعد التنازل .

** للصغار أقل من ٤ جم تزداد المقررات هذه (فيما عدا لفيتاميني ١ ، ٢) أضعاف والأصمغيات (٤ - ١٠ جم) تزداد مرتين فقط .

*** تزداد هذه المقررات بمعدل ٣٠ ٪ لزريعة المبروك والسالمون ، كما تزداد كل المقررات في حالة الظروف غير المواتية ، كما تزداد مستويات الفيتامينات الصاعدة التي تتلف عند التصنيع للعلف ، وهذه القيم (لعام ١٩٩٢) عالية عبارة عن فيتامينات نشطة ، ولتحويلها إلى أملاح الفيتامينات تستخدم معاملات التحويل التالية :

الكمية المكافئة من ملح الفيتامين	الفيتامين النشط
١ جم الفا - توكوفيرول خلات	١ جم فيتامين (هـ)
٣.٠٣ جم ميناديون صوديوم بيكبريتيت معقد	١ جم فيتامين (ك٣)
٢.٢ جم ميناديون دى ميثيل بيريميدي ينول بيكبريتيت	
٢ جم ميناديون صوديوم بيكبريتيت	
١.٠٨٨ جم ثيامين أحادي نيترات	١ جم فيتامين (ب١)
١.١٢١ جم ثيامين هيدروكلوريد	
١.٢١٥ جم بيريدوكسين هيدروكلوريد	١ جم فيتامين (ب٦)
١.٠٨٧ جم كالسيوم (د ل) بانتوثينات	١ جم حمض بانتوثينيك (د)
١ جم (د) بيوتين	١ جم بيوتين
١.١٥ جم كولين كلوريد	١ جم كولين

وموجود بالأسواق المحلية حاليا مخاليط فيتامينية ومعدنية تستخدم كإضافات لأعلاف الأسماك المختلفة بمعدلات حسب نوع السمك وعمره طبقا لتوصيات الشركات المنتجة للمخاليط .

مصادر الغذاء Feed Resources :

تتغذى الأسماك البرية في بيئاتها الطبيعية على الأغذية الطبيعية المحيطة بها في مواطن معيشتها أو هجرتها . بينما بالاستزراع السمكى قد لا تكفى المصادر الطبيعية للغذاء للحصول على الإنتاج المنشود من الاستزراع . لذا قد تضاف بعض الإضافات التكميلية للتغذية الطبيعية أو قد يعتمد كلية على المصادر الخارجية أى التغذية الصناعية .

وتنقسم الأجسام المائية من حيث حالتها الغذائية إلى :

١ - فقيرة التغذية Oligotrophic . أى فقيرة في المغذيات المعدنية الأساسية كالكالسيوم والفوسفور والنيتروجين ، وعليه فإن إنتاج المادة العضوية فقير كذلك ، والماء رائق وأزرق لو كان عميقا ، ويزداد محتوى الماء من الأكسجين الذائب في عمقه .

٢ - غنية التغذية Eutrophic . أى غنية بالعناصر الغذائية والتي تحدد الإنتاج الغزير من المادة العضوية . والماء عموما يكون قلويا ويشجع نمو العوالق بشده (لدرجة تحجب اختراق ضوء الشمس للماء وينعدم البناء الضوئى) والتي تغطي اللون الأخضر أو الأخضر البنى ، وينخفض تركيز الأكسجين الذائب في عمق الماء لكثرة النباتات الميتة لعدم وصول الشمس واستهلاك

مادتها العضوية للأوكسجين ويتراكم كبريتيد الهيدروجين .

٣ - سمية التغذية Dystrophic ، ماؤها غني بالمادة الدوبالية Humic Matter التي تنتشر في شكل غروي هلامي ، والماء حمضي ، ولونه أصفر إلى بني ، والوسط غير جيد الإنتاجية ، والنموات النباتية المائية بسيطة .

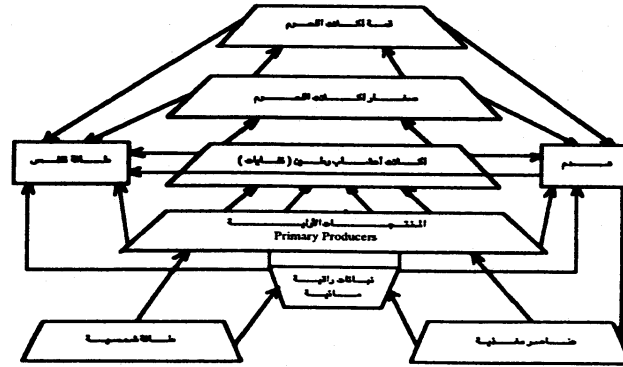
وطبقا لمصدر المواد الغذائية تنقسم الأجسام المائية إلى :

١ - أجسام تغذيتها ذاتية Autotrophic أو طبيعية من الجسم ذاته .

٢ - أجسام تغذيتها خارجية Heterotrophic ، أى يأتيها الغذاء من خارج العرش باستخدام التغذية الصناعية أو الإضافات المختلفة .

أولا : المصادر الطبيعية Natural Resources :

تشكل المصادر الطبيعية لغذاء الأسماك ما يحيط بها ويتعايش معها فى بيئتها من نباتات وطحالب وهوائم مختلفة ولا فقاريات عديدة وكذا الأسماك ذاتها ، إذ تتغذى الأسماك الكبيرة عموما على الأسماك الصغيرة ، وهذه الأخيرة تتغذى على كائنات أصغر حجما من أصل حيوانى كالهوائم الحيوانية Zooplankton لايزيد طولها عن بضعة ملليمترات والتي تتغذى بدورها على كائنات أدق حجما تنتمى إلى أصل نباتى فى الهوائم النباتية Phytoplankton ، أى أن هناك سلسلة غذائية متصلة الطقات يوضحها التصور التالى :

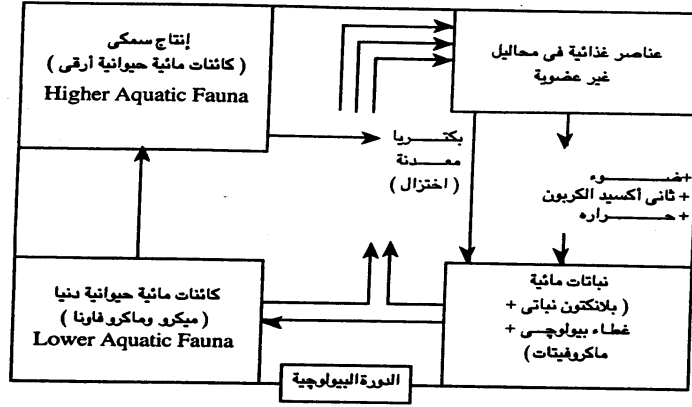


تخطيط يصور السلسلة الغذائية فى البيئة المائية

الدورة البيولوجية العامة في الماء تشمل المغذيات المعدنية والإنتاج النباتي والإنتاج الوسيط الحيواني والإنتاج النهائي من الأسماك ، وكلها تتحلل بكتيريا إلى معادن لتستمر الدورة . فنتيجتها النهائية هي السمك وأصل النورة هو المغذيات المعدنية في مخاليطها في الماء ومصدرها المواد الذاتية في الأرضية الملاصقة للماء أو من المواد المحمولة إلى الماء بواسطة ماء المطر والنفايات . وبواسطة ضوء وحرارة الشمس تتمكن الكائنات النباتية من تحويل هذه المواد غير العضوية (حمض الكربونيك) في الماء إلى مادة عضوية في شكل أنسجة خضراء (نباتات راقية ونباتات كالحالب الهائمة والغطاء البيولوجي) . والغطاء البيولوجي أو ما يسمى Periphyton يتكون من كائنات حية ميكروسكوبية (مجهرية) Plankton نباتية وحيوانية تعيش على الأحجار والنباتات الراقية والطين . والعوالق Plankton تعيش كمعلقات في جسم الماء دون مقدرة على مقاومة التيارات . والدورة البيولوجية تشتمل على المنتجات Producers وهي نباتية دنيا ، وطحالب هائمة ، وغطاء بيولوجي ، ونباتات أرقى . كما تشتمل على المستهلكات Consumers من كائنات مائية غذائية تتغذى على النباتات والمخلفات وكذلك الأسماك . وتضم الدورة البيولوجية كذلك المختزلات Reducers أي البكتيريا . ويقدر الغذاء الطبيعي بتقدير الكتلة البيولوجية ، أي كتلة الكائنات الحية في وحدة المساحات أو حجم الماء . ويعبر عنها كمادة طازجة أو جافة أو كربون أو نيتروجين والأفضل في صورة طاقة ، والأدق بطريقة غير مباشرة عن طريق حساب كمية المحصول السمكي المتحصل عليه من الغذاء الطبيعي المستهلك .

فبجانب النباتات المائية توجد الطحالب التي تزدهر في المياه الضحلة أو السطحية غالباً (حتى ٤٥ متر غالباً ونادراً تحت عمق ٩٠ متراً) والتي يكون معظمها مثبتة على الأجسام المغسورة في الماء (كالطحالب الزرقاء المخضرة (Blue - green - algae) المثبتة للأوت والتي قد يطلق عليها لابلاب Lab-lab) والخضراء والذهبية والبنية والحمراء) أو أن تكون هائمة Fouling Algae (معظمها طحالب ذهبية yellow Algae أي دياتومات Diatoms وقليل من الطحالب الخضراء) يدفعها التيار حيث يشاء .

هذه الطحالب الهائمة والاشنات Lichen والفطريات Fungi تشكل مع الهوائيم النباتية التي تكون الغذاء الرئيسي لكثير من الأسماك ولذا تسمى بالمنتجات الأساسية (الأولية) Primary Producers ، فتتغذى عليها الهوائيم الحيوانية ، التي تتغذى عليهما اللاقاريات القاعية Invertebrates (Benthos) ، فتتغذى على بعض أو كل هذا أنواع مختلفة من الأسماك غير المفترسة ، ثم تتغذى على الأخيرة الأسماك المفترسة ، وأخيراً يتغذى الإنسان على كل ماسبق ، فهذه السلسلة تشكل هرمًا غذائيًا قاعدته تشكل الهوائيم النباتية (١٠٠٠ كجم مثلاً) يليها الهوائيم الحيوانية واللاقاريات القاعية (١٠٠ كجم ناتجة من ١٠٠٠ كجم هوائيم نباتية) يعلوها الأسماك غير المفترسة (١٠ كجم ناتجة من ١٠٠ كجم هوائيم حيوانية وحيوانات لاقارية قاعية) ثم الأسماك المفترسة (١ كجم ناتجة من ١٠ كجم أسماك غير مفترسة) وعلى قمة الهرم الغذاء يستقر الإنسان .



الهوامم النباتية :

أو البلاكتون النباتي (الطحالب) أو الإنتاج الأولي (الأساسي) عبارة عن نباتات وحيدة (أو عديدة) الخلية ميكروسكوبية (لاترى بالعين المجردة) تطفو بحرية وتنمو بسرعة وتتطلب نفس العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات ، فهي حجر الأساس في سلسلة الحياة المائية لقدرتها على بناء المواد العضوية (التي تكون غذاء الحيوانات الأخرى كالأسماك) بالتمثيل الضوئي . وعندما يزدهر نسوفا تتواجد في تيارات Blooms (ازهارات) في مواسم معينة تغطي للماء لونا ورائحة يميزانها ، علاوة على أن لبعضها ضوما فوسفوريا .

وتتباين درجات الحرارة المثلى لنمو الطحالب ، فالدياتومات تتطلب ١٨ - ٢٠ °م ، والطحالب الخضراء ٢٠ - ٣٥ °م ، الطحالب الزرقاء المخضرة ٣٥ - ٤٠ °م ، وذلك حسب أنواع كل منها . ويؤثر على نمو الطحالب أساسا درجة الحرارة و PH وسرعة سريان الماء وشدة الضوء ووفرة المواد الغذائية . وتفضل الطحالب البيئة المتعادلة وبعضها يفضل PH ١٠ . ومنها ما ينمو في الماء العذب ومنها ما ينمو في الماء المالح وهي حوالي ٢٢ ألف نوع ، وتنقسم حسب نوع صيغاتها وتراكيبها إلى :

- ١ - طحالب خضراء مزرق (blue - green algae) Cyanophyta وحيدة الخلية توجد في مستعمرات في المياه العذبة والمالحة .

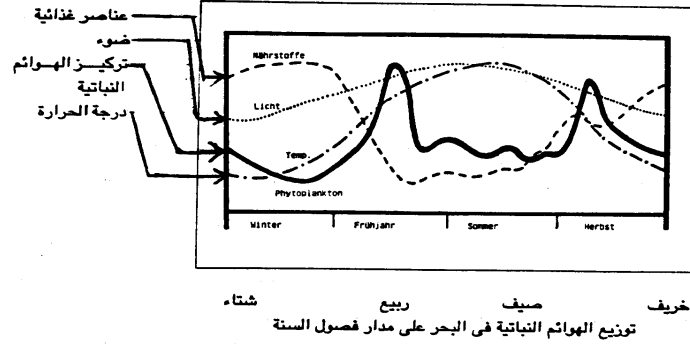
- ٢ - طحالب خضراء (Chlorophyta (green algae) أكثر رقياً وأكبر وأكثر انتشاراً في المياه العذبة والمالحة الضحلة ، عددها ٧٠٠٠ نوع .
- ٣ - طحالب بنية (Phaeophyta (brown algae) كبيرة الحجم ، معقدة التركيب ، توجد أساساً في الماء المالح ونادراً في الماء العذب ، يصل طول بعضها إلى ٦٠ متراً .
- ٤ - طحالب حمراء Rhodophyta (red algae) أساساً في الماء المالح الدافئ ، خيطية أو شريطية متفرعة ، عددها ٤٠٠٠ نوع .
- ٥ - طحالب ذهبية Chrysophyta (golden algae) طافية في الماء العذب والمالح ، معظمها أحادي الخلية (دياتومات) ، عددها ٦ - ١٠ آلاف نوع . وهناك مجاميع أخرى أقل انتشاراً ، ومنها مايسود وينتشر في المياه الملوثة ومنها السام والطافي والملتصق والمغمور ومنها أعشاب بحرية .

فهي نباتات حقيقية لاحتوائها الكلورفيل . وتنتشر الطحالب الذهبية (كل خلية تحميها غلافه سليكونية) في مياه المناطق المعتدلة والباردة ، بينما الطحالب القديرة Dinophyceae (ومنها جنس Peridinium) تنتشر في المياه الدافئة وتسلك كالحوانات (لقدرتها على ابتلاع جزئيات غذاء) إضافة لتصرفها كالنباتات (بنائها الضوئي) . الكائنات المجهرية الطافية النباتية نسبة كبيرة منها عبارة عن الطحالب المجهرية الطافية ، وأيضاً ينتمي إلى الفيتوبلانكتون (أو الهوائم النباتية) كذلك البكتيريا (التي تلعب دوراً هاماً في تحليل المواد العضوية إلى أملاح غذائية غير عضوية تستفيد بها الكائنات النباتية) والديدان الصغيرة والعثة والفيروسات . حيث تبدأ سلسلة الغذاء بتأثير ضوء الشمس والأملاح المعدنية فتستفيد بهم الهوائم النباتية لتحويلها إلى مادة عضوية ينمو وتكاثر هذه الهوائم التي تعتبر غذاء مباشراً لأسماك معينة وللحوانات الحيوانية التي تعتبر هي الأخرى غذاء مباشراً لأسماك أخرى ولصغار الأسماك عموماً ، كما أن صغار الأسماك وبيدان الأرض والقواقع والمحاريات والنباتات المائية والطحالب والحشرات واليرقات ويقايا ذلك كله كلها تشكل مصادر الغذاء الطبيعي الرئيسية للأسماك كل حسب طبيعته الغذائية . والأسماك النافقة وإفرازاتها المختلفة والمواد العضوية الأخرى الناتجة من موت الكائنات الحية المختلفة ، كلها تتحلل بكتيريا منتجة الأملاح المعدنية (بعملية معدنة Mineralization) التي تحتوى الفوسفور والنيتروجين والبوتاسيوم وغيرها ، تستمر سلسلة الغذاء الطبيعي المحدد لنمو الأسماك .

الهوائم الحيوانية :

مجموعة حيوانات وبيضا ليس لها القدرة على الحركة الإيجابية بل تحركها التيارات المائية ، وتشمل بعض اللافقاريات Invertebrates والفقاريات (كبيض الأسماك وأطوارها الأولية) . وتنقسم إلى هائمات دائمة (على مدار العام ، مثل مجدافية الأقدام Copepoda ، وهي حلقة وصل بين الهوائم النباتية والأسماك في الهرم الغذائي) وأخرى مؤقتة (في موسم من السنة أو طور من النمو كبيض وصغار

اللافقاريات والأسماك) . وإذا كان ازدهار الهوائم النباتية يتوقف على درجة الحرارة والضوء وفرة العناصر الغذائية (نترات ، فوسفات ، سليكات) فازدهار نمو الهوائم الحيوانية يتوقف على وفرة الهوائم



النباتية (غذاء الهوائم الحيوانية) ويشكل غير مباشر كذلك على عوامل وفرة هذه الهوائم النباتية (ضوء ، حرارة ، مغذيات غير عضوية) فتوزيع وانتشار أنواع البلانكتون يتأثر بتأثيرات الأسماك وبالبيئة بعواملها المختلفة سواء المتعلقة بخصائص المياه أو بالطواهر الأرضية أو الجوية أو المواسم علاوة على التلوث وحركته ، بجانب تأثير الانتخاب والتنوع الوراثي والسلوك والهجرة والحركة ، وأيضا تتوقف على التاريخ الجيولوجي للمحيطات والهاجز القارية ، ومحدودية دورة المياه للأشكال والعشائر وتأثيرها بالعوامل الحيوية والبيئية المختلفة Abiotic and Biotic Factors . فقد يؤدي غياب الأسماك آكلة الهوائم كسمك الشمس Planktivorous sunfish إلى استبقاء أنواع من الهوائم الحيوانية كبيرة الحجم وزيادة كثافتها فيزيد استهلاكها للهوائم النباتية مما يؤثر على عشيرة الطحالب ، والعكس ففي وجود هذه الأسماك تزداد كثافة الهوائم النباتية (لافتراس الأسماك للهوائم الحيوانية) فللأسماك تأثيرات ديموجرافية Demographic effects على عمر وحجم عشائر الهوائم كما تتغذى بعض أنواع الهوائم الحيوانية (الزويلاكتون) على هوائم حيوانية أخرى . فالهوائم الحيوانية بعضها كائنات حيوانية يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، وأهم هذه الكائنات هي براغيث الماء (الدافنيا Daphnia) وسيكولويس التي تتراوح أطوالها ما بين ٠.٥ - ٣.٠ مم ، ولصغر أحجامها ويطء حركتها فهي غذاء رئيسي ليرقات الأسماك . والهوائم الحيوانية تبدأ من الحيوانات وحيدة الخلية (كالبروتوزوا) وتنتهي بالعشرات . وينتمي إليها الكروبيبودا Copepoda والروتيفيرا Rotifera والكلادوسيرا Cladocera أي تضم الجوفعمويات والجلرخويات الأولية ويرقات الديكابودا .

حيوانات القاع Benthos :

عبارة عن غذاء الأسماك قاعية التغذية أى التى تتغذى على كائنات حية من أصل حيوانى تسكن القاع وهى فى المرتبة الرابعة من الهرم الغذائى (بعد الأسماك التى تتغذى على الفيتوبلانكتون والتى تتغذى على الحشائش المائية ثم التى تتغذى على الزويلاكتون كالمبروك الفضى ومبروك الحشائش والمبروك كبير الرأس ثم المبروك العادى كاكل حيوانات قاع على الترتيب) . وتختلف أحياء القاع عن الهوام غير ذاتية الحركة وعن الحيوانات الكبيرة النشطة المتحركة كالأسماك والفقاريات الأخرى المسماة Nekton . وأحياء القاع معظمها لافقاريات وهى قد تنتمى إلى :

- 1 - حيوانات داخلية Infauna أى تعيش فى قاع رخو مثل الديدان والنواع .
 - ب - حيوانات فوقية Epifauna أى تعيش على سطح القاع الصلب فى مجاميع متميزة مثل البروتقات Branacles .
 - أو قد تقسم من حيث أحجامها إلى :
 - 1 - أحياء قاع كبيرة لاتمر من منخل فتحاته بسعة ١مم سواء حيوانية أو نباتية .
 - ب - أحياء قاع متوسطة لاتمر من فتحة منخل ٠.١ مم بينما تمر من فتحة بسعة ١مم وتشمل الكروبيبودا أو الديدان الخيطية والديدان المسطحة والأطوار غير البالغة من النواع والديدان .
 - ج - أحياء قاع صغيرة تمر من فتحة منخل ٠.١ مم وتشمل السوطيات والاميبا والبكتيريا .
- وتنضم جميع أحياء القاع فى أحد أطوار حياتها الأولى إلى عالم الهوام الحيوانية (المؤقتة) ، وتشكل أفرادها البالغة غذاء للأسماك التى تعيش قرب القاع .
- وتتكون الكائنات الحيوانية الغذائية Nutritive Fauna من الهوام الحيوانية وحيوانات القاع وحيوانات الغطاء البيولوجى .

ومصببات الأنهار عند التقائها بالبحار تعتبر من أخصب النظم البيئية إنتاجا لأنها مصيدة غذائية نتيجة تدفق المغذيات من الأنهار بجانب كميات من الفتات العضوى (النوبال) Organic Detritus الذى تحله البكتريا والفطريات إلى كميات كبيرة من المواد العضوية وغير العضوية تمتصها الكائنات المائية . ونتيجة بناء السدود وانخفاض معدل سريان مياه الأنهار تتراكم الأملاح الغذائية فى خزانات المياه وتنقص بشدة فى تركيزها عند المصببات فتتخفض تركيز الهوام (نباتية وحيوانية) بشدة فى الأنهار التى عليها سدود .

العلاقات الغذائية :

قد لا تكون بسيطة ، فقد تتغذى الأسماك في أطوار نموها المختلفة على أغذية مختلفة ، إذ تبدأ معظم الأسماك حياتها كأكلات هوائى حيوانية ثم تتحول إلى تغذية محددة فيما بعد ، سواء على الطحالب (بلطى موزمبيقى ، بلطى نيلى ، بلطى جاليلى ، بلطى ماكروشير ، القرموط القشرى ، المبروك الفضى) أو الأعشاب (مبروك حشائش ، بلطى ميلانو بلورا) أو فتات المادة العضوية فى تراكمات القاع أو الأحياء الدقيقة على القاع بتصنيفية الطين (مثل أسماك البورى الرمادى ومبروك الطين) أو كائنات القاع والأسماك والحيوانات البحرية الأخرى ، وقد تكون متنوعة التغذية . وقد تتعايش الأسماك معا تكافليا أو تطفليا أو افتراسا .

فلسلسلة الغذاء أو انتقال الطاقة من مكوناتها إلى مستهلكاتها تأخذ أشكالا ثلاثة هى :

- ١ - سلسلة أكلات اللحم Carnivores حيث تنتقل الطاقة من الكائنات الأقل إلى الكائنات الأكبر .
- ٢ - سلسلة الطفيليات Parasites حيث تنتقل الطاقة من الكائنات الأكبر إلى الكائنات الأصغر .
- ٣ - سلسلة الرميات Saprophytes حيث تنتقل الطاقة من المادة العضوية غير الحية إلى الكائنات الدقيقة فى معظم الحالات .

ويمر الغذاء بهذه السلاسل قبل أن يهدم إلى مغذيات غير عضوية .

التسميد :

لما كانت التغذية الطبيعية لا يمكن الاعتماد عليها لإنتاج الأسماك بكفاية ، إذ أنها وسيلة غير فعالة لتنمية الثروة السمكية ، لذا يتم تسميد الأجسام المائية بإضافة المخصبات المختلفة التى تضيف إلى تربة وماء الأجسام المائية العناصر الضرورية لنمو الغذاء الطبيعى (الفيتوبلانكتون) .

والأسمدة Fertilizers أو المخصبات تصنف كالتالى :

١ - مخصبات غير عضوية Inorganic Fertilizers :

- أ - نيتروجينية كاليدوريا و نترات الأمونيوم وكبريتات الأمونيوم والأمونيا السائلة .
- ب - فوسفاتية كالسوبر فوسفات العادية (الجيرية) أو المركزة وفوسفات أمونيوم ثنائية .
- ج - بوتاسية .
- د - كلسية كالجير الحى أو المحروق أو أكسيد الكالسيوم والجير المطفئ أو الزراعى وهيدروكسيد الكالسيوم والجبس الزراعى أو كبريتات الكالسيوم والحجر الجيرى أو كربونات الكالسيوم إضافة إلى نترات وكلوريد الكالسيوم .

٢ - مخصبات عضوية Organic Fertilizers :

أ - سماد بلدى (حيوانى) من أرواث وأبوال الحيوانات وفرشة الحظائر ومحتويات كرش المجترات (سوائيل ومساحيق جافة) .

ب - مجارى ومصرف صحى وحضرى Sewage .

ج - أسمدة خضراء ومخلفات حقول وتصنيع زراعى وأسواق .

د - أسمدة عضوية أخرى كمخلفات المجازر والمدايح والأكساب .

ويعتبر التسميد عملية فعالة ورخيصة لزيادة إنتاج السمك عن طريق تنشيط الدورة البيولوجية وتبويض ظروف صحية فى الماء أفضل من التغذية الصناعية ومايصاحبها من أمراض . ويقوم القاع بامتصاص الأسمدة وتحليلها وإذابتها فى الماء لتصبح صالحة لامتصاصها فى الخلايا النباتية عديمة الجذور (الهوائى النباتية) .

والأسمدة الجيرية (الكلسية) ترفع pH الماء وتساعد على تحلل الفضلات العضوية ، وتضمن عدم توقف نمو الحياة النباتية ، إذ تتحد هذه الأسمدة (كالجير الحى CaO وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$) مع CO_2 مكونة بيكربونات الكالسيوم فزيادة كثافة النباتات تستنفذ CO_2 من الماء فى التمثيل الضوئى فيعمل وجود بيكربونات الكالسيوم المذابة فى الماء على مواجهة الموقف بإطلاق CO_2 متحولا ثانية إلى كربونات الكالسيوم تترسب .

والأسمدة الفوسفاتية هامة لتربية الأسماك وفى تكوين وأنقسام الخلايا النباتية ، والفوسفور بالتربة يوجد بكميات أقل من كمية النيتروجين أو البوتاسيوم . فالفوسفور أهم العناصر الغذائية Nutrient Elements لعالم البيئة وذلك لندرة ولشدة احتياج النباتات إليه بنسبة أكبر من أى عنصر آخر . والفوسفور ناتج من صخور معينة ، ويخزن فى التربة وينتقل مع الماء الأرضى والأنهار كأيون تستخدمه النباتات لتكوين البروتينات والدهون . أى يدخل الفوسفور فى دورة من النبات إلى الحيوان فالإكتريا ، إذ يدخل فى بناء المركبات العضوية ثم تتحلل هذه ثانية إلى شكل غير عضوى ، وعلى عكس النيتروجين فإن جزءا كبيرا من الفوسفور يمتص بسرعة على سطح الطين . وتستخدم الأسمدة الفوسفاتية للأحواض ذات القيعان التى لها قابلية تحليلية جيدة فيشاهد تأثير السماد من خلال تغير لون الماء إلى الأخضر للتموات الخضرية . ويستخدم السوبر فوسفات فى التربة الثقيلة وعندما يكون الماء غنيا بالجير بمعدل ١٠٠ - ٢٠٠ كجم / هكتار (٤٢ - ٨٤ كجم / فدان) على دفعات .

أما **الأسمدة البوتاسية** كغيرها من العناصر المعدنية التى تتطلبها الهوائى النباتية لتثبيت النيتروجين وبناء البروتين ومن بينها كذلك المنجنيز والكوبلت والموليبدنوم والسليكون والفاناديوم وغيرها مما تحتويه التربة بوفرة وقد تضاف مع الأسمدة الأخرى . ورغم أهمية البوتاسيوم لعملية النمو الخضري

وانقسام الخلايا النباتية ، إلا أنه كثير الانتشار في التربة عن الفوسفور والنيتروجين ، لذا يضاف البوتاسيوم غالباً في حالة نقصه من الماء أو التربة أو في حالة قلة القلوية وفي الأحواض ذات الأراضي السبخة أو التي قاعها صلبة . وقد تمزج الأسمدة البوتاسية مع الفوسفاتية .

والأسمدة النيتروجينية مطلوبة رغم وجود النيتروجين في الماء لذويان غاز النيتروجين من الهواء الجوي في الماء وكذلك من تحلل المركبات العضوية في الماء ، إلا أنها تثبت في جسم السمك كبروتين ويطلب استمرار وجود مصادره في الماء . والنيتروجين أثبت به بعض البكتريا والنباتات في شكل أمونيا ونيتريت أو نترات تستخدمها النباتات وترتبط بأجسامها كأمحاض أمينية وبروتينات ، فتأكل الأسماك العشبية التغذية هذه النباتات ، كما تتغذى الأسماك اللحمية (حيوانية التغذية) على الأسماك العشبية ، فيمثل النيتروجين ويخرج منه جزء ، وتحلل الأجسام الميتة فيخرج النيتروجين منها ثانية كأمونيا ونيتريت ونترات وتستمر دورة النيتروجين كما في الفوسفور وغيره من العناصر . إذ تمتصه الفيتوبلانكتون كنترات أو أمونيوم ويدخل النيتروجين في بناء الكلورفيل النباتي أي أن النيتروجين يشجع النمو الخضري . وقد يضاف الفوسفور مع النيتروجين بنسبة ١ : ٤ وفي حالة قلوية القاع تكون النسبة ١ : ٨ . وتضاف الأسمدة الأزوتية للأحواض الحديثة قليلة الطين بينما القاع الطيني الغني بالفران فإنه ينتج النيتروجين طبيعياً ولا يحتاج للتسميد وعادة ينصح باستخدام ٢٥ كجم سوبر فوسفات مع ٢٥ كجم كبريتات أمونيوم لكل فدان بمعدل مرة كل أسبوعين خلال موسم النمو ، وفي الأجواء الحارة يستخدم ٤٢ كجم سماد (يحتوي ٨٪ من كل من الفوسفور والبوتاسيوم والنيتروجين) لكل فدان مرة كل ٧ - ١٠ أيام مع وقف هذا التسميد عندما يصبح الماء مخضراً أو بنيًا ، ويعاد التسميد عندما تصفو المياه .

أما التسميد العضوي باستخدام الأسمدة العضوية Organic Manure فيزيد الإنتاجية خاصة لو كانت الأسمدة سائلة ، وتشتمل على الأسمدة الحيوانية من أرواح الماشية والخيل والخنازير والطيور ، وكذلك الأسمدة النباتية ومخلفات المجاري (الصرف الصحي) ومخلفات المحاصيل والبقول والسلخانات ومصانع الأغذية المختلفة . وتعيد الأسمدة العضوية العناصر الغذائية إلى الدورة البيولوجية ثانية ، كما تنتج الأسمدة العضوية عند تحللها CO_2 الذي يساعد على نمو الهوائيم النباتية ، وقد تستخدم المادة العضوية كغذاء مباشر لبعض الأسماك علاوة على نمو البكتيريا والبروتوزوا عليها ، وقد تحتوى الأسمدة العضوية على منشطات نمو كالهرمونات والفيتامينات . وتحسن من تركيب القاع ، وتشجع على نمو البكتريا مما يحسن من إنتاج الهوائيم الحيوانية أسرع من فعل الأسمدة المعدنية . ويحذر من سوء استخدام الأسمدة العضوية لخطرهما على أوكسجين الماء خاصة في الصباح الباكر وفي المياه الدافئة ، وقد تكون بيئة مناسبة لنمو بعض الأمراض كعفن الخياشيم Gill Rot . لذا توزع الأسمدة العضوية على دفعات بسيطة ١ - ٣ مرات في الأسبوع وعلى أماكن متعددة أو ترش بانتظام على سطح الماء . ويستخدم السماد العضوي السائل بمعدل متر مكعب واحد / هكتار (أي لكل ٢،٤ فدان أو ٤٢٠ متر مكعب / فدان) ١ - ٢ مرة كل أسبوع . كما يستخدم زرق الطيور ومخلفات المجازر . وأرواح الحيوانات المختلفة بأوراق الأشجار المتحللة

تستخدم كذلك .

فقد وجد أن كل ١٠ طن روث جاف تتحول إلى ٤ طن وزن حي في السمك ، وأن كل ١٠٠ كجم روث طازج (من البط) تنتج ٤ - ٦ كجم سمك ، وقد يستخدم روث البقر Cowdung بمعدل ٥ طن / فدان من أحواض الحضانة ٦ مرات لسرعة إنتاج الهوائيم الحيوانية التي تستفيد مباشرة من المادة العضوية الذائبة فتحتفظ المياه بأسراب من الكلابوسيرا Cladocera .

وقد تستخدم مياه الصرف الصحي (المجارى) بعد تخليصها من السموم وتحويلها وخلطها مع ماء الأحواض السمكية بعد تخفيفها بنسبة ١ : ٣ قبل بلوغها الأحواض . وقد تربي الأوز والبط على أحواض السمك كإنتاج ثانوي ولتسميد الأحواض بمعدل ١٠٠ - ٢٠٠ أوزة أو بط / فدان ، فتزيد الأوزة الواحدة من إنتاج السمك بمقدار نصف كيلو . وقد تحش النباتات المائية وتجمع لعمل سماد عضوي لنفس الأحواض السمكية . وقد تزرع قاع الأحواض بالنباتات البقولية أو التجيلية ثم تحرث أو تقلب في تربتها وتغمر بالماء للتحلل . وقد يعمل على تحلل العروش والأبتان وأوراق الأشجار والحيوانات النافقة وقمامة المدن لتحويلها بالتخمير إلى سماد عضوي . كما قد يسمح للحيوانات بالرعى في أرضية الحوض فتضيف إليه سعادها البلدى ، أو أن تقام حظائر الحيوانات مجاورة لأحواض الأسماك لتتساقط مخلفاتها السائلة والصلبة مباشرة على الحوض (سواء أرواح أو فضلات طعام) .

إلا أن ماء المخلفات ينقصه الأوكسجين الذائب ، علاوة على احتواء الفضلات (الأرواح) على مواد سامة ومسببات أمراض بجانب أكساب الأسماك طعاما ورائحة غير مقبولتين ، وهذا يؤدي إلى مشاكل في الصحة العامة ومدى قبول ورواج هذه الأسماك ، إذ تتركز المشكلة أساسا في إذا ما كان ماء المجارى المستخدم سابق المعالجة أو مخففا أو لم يعالج بالمرّة . وقد يؤدي التلوث بالصرف الزراعى والصناعى والعشوى إلى تدهور الأجسام المائية لغناها غذائيا Eutrophicated or Nutrient Enriched مما يعيق وصول الشمس ووقف البناء الضوئى واستنفاد الأوكسجين الذائب وتراكم كبريتيد الهيدروجين للحدود السامة . وتؤدي المعالجة الثانوية للصرف الصحي إلى إزالة حوالى ٨٠ ٪ من فوسفور المخلفات والتي تحتوى كذلك على المنظفات الغنية بالفوسفور (وإن استخدم الآن في المنظفات حمض نيتريلو ترائى أسيتيك NTA محل الفوسفات والذي يتحلل بيولوجيا إلى جليسين وحمض جليكوليك ثم أمونيا) .

الضغوط الواجب مراعاتها عند التسميد لتعام الاستفادة من الأسمدة تتلخص في :

- ١ - تعادل الماء والتربة أو ميلها للقوة الخفيفة ؛ لأن الحموضة للتربة تقلل امتصاص الأسمدة لذا تعامل التربة بالجير الحى قبل التسميد .
- ٢ - أن يحتوى القاع على الغريان بدون غزارة ، ألا يحتوى على الغاب والحشائش السليولوزية التي تؤدي إلى عدم جودة التحلل وفسادة إنتاجية الحوض .

- ٣ - استمرار حش النباتات المائية لمنافستها الأسماك على الأسمدة .
- ٤ - تستخدم الأسمدة والأحواض جافة فتوزع على القاع ، أو عند ملء الحوض فترش بزوارق بانتظام على أجزاء الحوض .
- ٥ - ترش الأسمدة أكثر من مرة عندما يكون القاع رمليا أو قليل الطين .
- ٦ - لا تخلط الأسمدة الغنية بالكالسيوم مع سلفات الأمونيوم ، وتترك فترة أسبوعين بين رش السوبر فوسفات ورش الجير الحي : لأن الأخير يبطئ إذابة الفوسفات .
- ٧ - تتوقف كمية الأسمدة وأنواعها المستخدمة على تركيب وخواص تربة الجسم المائي ، إذ تضاف الأسمدة لتعويض العناصر الضرورية المحددة والتي تختلف من منطقة لأخرى . فزيادة الأسمدة الفوسفاتية تعمل على تكوين رواسب من فوسفات الحديد والألومنيوم . فزيادة تركيزات العناصر الغذائية غير مرغوب ، فغنى فضلات الصرف الأدمى والزراعى بالفوسفات والنتريت تؤدي إلى تيارات Bloom من العوالق النباتية غير المرغوبة . ولذلك يستخدم الكشف عن الفوسفات كدليل على التلوث العضوى (لأنها أدق وأسرع وأسهل في تقديرها عن المغذيات الأخرى ، ولكنها أكثر مقاومة عن غيرها للتحلل العضوى فلا تختفى بسرعة اختفاء المركبات الأزوتية مثلا) . وبجانب الآثار الصحية والاقتصادية من جراء استخدام الأرواث والأبوال في تسميد أحواض السمك وتغذية الأسماك ، فهناك جانب دينى أو شرعى فرغم عدم نجاسة أبوال وأزبال ما يؤكل لحمها ، فإن الرسول الكريم صلوات الله وتسليماته عليه وعلى آله قد نهى عن أكل لحوم الجلالة أى التي تأكل العذرة حتى يتغير ريحها ، فإن حبست بعيدا عن العذرة زمتنا قطاب لحمها ذهب اسم الجلالة عنها وحلت (والجلالة بفتح الجيم لفظ يطلق على كل حيوان يأكل العذرة أى أى دابة أو داجنة تأكل الروث) فعن ابن عباس قال : " نهى رسول الله صلى الله عليه وآله وسلم عن شرب لبن الجلالة " رواه أبو داود وأحمد وابن حبان والحاكم والبيهقى وصححه ابن دقيق العيد ، وعن عمر قال : " نهى رسول الله صلى الله عليه وسلم عن أكل الجلالة وألبانها " رواه الخمسة إلا النسائى ، بل أيضا نهى رسول الله صلى الله عليه وسلم أن يركب على الإبل الجلالة فى حديث عن ابن عمر رواه أبو داود بإسناد صحيح . وعلى ذلك فذهب رأى العلماء إلى خلاصة أنه إذا تغيرت رائحة الحيوان أو طعم لحمه ولون أو طعم مرقته فيحرم أكله وركوبه وشربه لبنة للضرر الحادث بعد أكله . لذا وجب التأكد والتحرز حتى لانقع فيما حرم الله وحتى لانهدر صحتنا ، فقد قال المولى عز وجل : ﴿ ظهر الفساد فى البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون ﴾ (الروم : ٤١) .
- ويجب أن ترتبط كميات الأسمدة كذلك بالعوامل البيئية الأخرى كالضوء والحرارة المؤثران على إنتاجية الغذاء الطبيعى . ويبقى التجريب كأفضل وسيلة لتقرير الاحتياجات السمادية لكل موقع .



٨ - أهم العناصر المحددة لمعدل إنتاج المادة العضوية نتيجة البناء الضوئي في الطحالب وحيدة الخلية في الطبقة السطحية من الجبال في الألبات والفوسفور الذائب يوجدان في ماء البحر بنفس نسبة وجودهما في هذه الهوامش النباتية (في المتوسط كنسبة ١٠ : ١ أوت : فوسفور) ، باختلاف أي من المتغيرين في البيئة يتخفف كذلك في الطحالب ، وزيادة الفوسفور يجعل النيتروجين يحد من نمو الهوامش النباتية .

: External (Artificial) Resources

والمصادر الغذائية قد تكون :

١ - نباتية :

١ - نباتية : كالحبوب الكاملة والمطحونة ونواتج طحنها وتبييضها والضرب واستخلاص النشا منها .

ب - بقولية : حبوب وبنور زيتية وأكسابها ومستخلصاتها ومساحيقها .

ج - مختلفة : كمخلفات مصانع الأغذية (خضر ، فاكهة ، موالس ، خميرة ، أوراق نباتية ومستخلصها البروتيني وسيلاجها) .

٢ - حيوانية :

وأهمها الأسماك ومساحيقها ومركزاتها وزيتها وسيلاجها ، مسحوق اللحم ومخلفات المجازر من جثث ومحتويات كرش وريش وأحشاء ودم وعظم في صورة مساحيق ، مخلفات مصانع الألبان والحليب (عذاري ديدان القز) وبقايا الحشرات .

٣ - مختلطة :

مثل مخلفات المطاعم والمطابخ والفنادق وقمامة المدن والأسواق .

٤ - إضافات :

أصلاح معدنية ، فيتامينات ، هرمونات ، مضادات حيوية ، مضادات أكسدة ، ملونات ، عقاقير، مشجعات نمو .

ويجب أن يراعى في الغذاء الصناعي للأسماك مايلي :

١ - أن يكون رخيصا ومتوافرا المصادر في البيئة المحيطة حتى تكون التغذية اقتصادية .

٢ - أن يكون مقبولا من الأسماك وذا معاملات هضم عالية وكفاءة تحويلية جيدة .

٣ - أن يكون تركيبه الكيميائي ملائما لنوع الأسماك ، وعند تغيير الطيف لآخر يكون تدريجيا .

٤ - أن تتناسب حجم جزيئاته وصفاته الطبيعية (طفو / غطس) مع عمر السمك وعاداته الغذائية (جاف / سابق التقع) .

٥ - أن يقدم بالكم المناسب لأعداد الأسماك وأحجامها واستهلاكها والموسم والظروف الجوية .

٦ - أن يقدم على عدة وجبات يومية تضمن تمام الاستفادة منه وعدم تحله وإفساده للبيئة المائية مما يسبب الأمراض للأسماك .

٧ - أن يكون متعدد المصادر الحيوانية والنباتية ومتوازنا من حيث الطاقة والبروتين والدهون

والفيتامينات والأملاح بما يفي باحتياجات الأسماك .

فعادة تستخدم لتغذية الأسماك نفس مكونات علائق الحيوانات وحيدة المعدة (كالدواجن) من حيوب وأكساب ومخلفات مزارع (نباتية وحيوانية) ومخلفات مجازر ومخلفات أسواق ومطاعم ومخلفات مصانع إعداد وتجهيز أو حفظ وتعليب وتجميد السلع الغذائية وغيرها من مخلفات التصنيع المختلفة ، إضافة إلى النباتات والحيوانات النباتية المختلفة التي تنمي خصيصها لتصنيعها كغذاء صناعي لمزارع الأسماك . وإن كان يفضل استخدام المصادر التي لا تنافس الأسماك عليها كائنات أخرى سواء أدمية أو حيوانية ، وهذا يتوقف على أسعار هذه المكونات الغذائية ومدى وفرتها ، وعلى هذا قد تستبدل الحبوب (غذاء الإنسان والدواجن وغيرها) بمنتجاتها الثانوية (من نخالة وكسور وحت ...) والبنور بمخلفاتها (أكساب) والأسماك بفضلات تصنيعها (مسحوق ومركزات وزيت وذائبات السمك) وهكذا .

ويراعى طبيعة الأسماك في ارتفاع احتياجاتها البروتينية فلا ترتفع محتويات علائقها في الكريهيدرات ، وإن اختلف ذلك نسبيا من نوع سمكي لآخر . لكن تضاف الحبوب ومخلفاتها كمصادر للطاقة والفيتامينات وارتبط مكونات العليقة وثباتها في الماء . فمن الحبوب ومخلفاتها يستخدم في تغذية الأسماك الأرز وحت (كسره) ورجيعه (وإن كان الرجيع غير المستخلص غنيا غذائيا لكنه سريع التلف ، والمستخلص أكثر تحملا للتخزين) والذرة ومطحونها (معاملة الأرز والذرة بالماء المغلي يحسن القيمة الغذائية للنشا فيها) وجلوتين ، والقمح ونخالته .

ومن التجليات كذلك الرأى والشعير والشوفان . وينبغي خفض المكونات التي تعمل على تسميم السمك (كالذرة) وذلك قبل تسويقه بمدة أسابيع ، لكن تفضل إضافتها في الخريف لتحفظ الأسماك بطاقتها للشتاء . كذلك الثمار القرمزية من ترمس وبسلة وفول حقل وفول صويا ، وإن كان الترمس خفيفا مما يصعب توزيعه على الجسم المائي . وأيضا تستخدم في تغذية الأسماك أوراق وبرتوتين أوراق النباتات المائية والأرضية (ورد نيل - برسيم - ليوكيتا - خبيزة - كاسافا - بطاطا - موز - ذرة وغيرها من الخضراوات والحشائش والأعشاب البحرية) . والخميرة الجافة غنية بالبروتين ومجموعة فيتامين B المركبة . وقد تعامل بعض النباتات والأعشاب إما بالغسيل أو بالطهي أو المعاملة الكيميائية (قلويات أو أحماض) ، فمعاملة نبات الليوكيتا (بقولى استوائى) بالنقع والتجفيف تقلل سمية هذا النبات لما يحتويه من مركبات سامة ، ومعاملة المواد الخشنة مثل ورد النيل مثلا بالصودا الكاوية (٤٪) تحسن من نمو السمك وكفاءة تحويله الغذائى ولم تسبب أى تأثيرات سلبية أو نفوق لكن لا ينصح بزيادة أوراق ورد النيل الجافة عن ٢٠ ٪ . وقد تجرش مكونات العليقة لتناسب جزيئاتها الصغيرة حجم فتحة فم الأسماك الصغيرة . وقد تنقع العليقة لمنع طفوها ، وقد تثبت البنور لإغنائها بالفيتامينات في طور الإنبات . وقد تجفف أو تطبخ أو تفرم .

ومن مخلفات البلور الزيتية تستخدم أكساب بنور القطن وفول الصويا والسمسم والكتان والفول السوداني وعباد الشمس ، وقد يتم التغلب على مشاكل بعض هذه الأكساب بالجوسيبول في كسب القطن

سام للسماك فإما تستخدم أكساب القطن منخفض الجوسبيول أو أن يعامل الكسب بالبخار أو يضاف إليه كبريتات الحديدوز كما يجب إضافة الليسين إلى كسب القطن ، وكسب الصويا يضاف إليه الحمض الأميني المحدد فيه وهو الميثيونين ويعاملته حراريا يتغلب على محتواه من مثبطات الإنزيمات ، وينبغي إضافة الميثيونين إلى كسب الفول السوداني والذي يجب خلوه من الأفلاتوكسينات السامة للأسماك والإنسان ، وكسب عباد الشمس يعوزة الليسين ، وكسب الكتان يحتوى على مثبطات للنمو فيجب إثراء عليقتة من فيتامينات B ، وكسب السمسم غنى بـ حمض الفيتيك مما يستلزم إضافة الفوسفور إلى علائقه .

ومن المصادر غير التقليدية النباتية في تغذية الأسماك مثل الاستفادة من بروتين أوردق النباتات (خاصة البقولية) بعصرها وترسيب البروتين بالحرارة أو الحامض أو بالطرد المركزي ، ولخفض التكلفة يخلط العصير مباشرة مع المواد المائلة (كالرجيعه وخلافها) والتجفيف الشمسى . وكذلك استخدام المولاس من مصادره المختلفة كمصدر للطاقة لخفض نسبة الحبوب المستخدمة . كما تستخدم الزيوت النباتية المختلفة كمصدر للطاقة والأحماض الدهنية الضرورية والفيتامينات وتربط مكونات العليقة وعدم إثارتها للغبار عند الطحن . كما يتم تنمية الكائنات الحية الدقيقة من بكتيريا وفطريات وخمائر وغيرها من أنواع معينة على بيئات مختلفة مغذية (سواء سائلة أو من مخلفات نباتية أو حيوانية أو بترولية أو صناعية) فتتم هذه الكائنات وتتكاثر منتجة البروتين الميكروبي أو بروتين وحيدات الخلية Single Cell Protein (S.C.P.) أو الخميرة . وأيضاً تزرع الطحالب الدقيقة (كغذاء ليرقات الأسماك وأنواع سمكية معينة) فى أحواض مسمدة عضويا . وقد تتغذى بعض الأسماك على الفاكهه والخضروات الطازجة كالموز والبطيخ والقرع .

والمصادر الحيوانية غنية بالبروتين عالى القيمة الغذائية والحيوية لارتفاع محتواها من الأحماض الأمينية الضرورية وكذا الأملاح المعدنية والفيتامينات، لذا فهي ضرورية لنمو الأسماك . ومسحوق اللحم ومخلفات المجازر تتباين فى تركيبها عن تركيب السمك ، لذا فنادر ما تستخدم فى تغذية السمك ، بينما مسحوق الدم أفضل من مسحوق اللحم وأرخص من مسحوق السمك ، ومسحوق العظام غنى بالمعادن وكذا البروتين (كولاجين) ، والريش المتحلل مانيا لا يستخدم منفردا كمصدر للبروتين لانخفاض قيمته الحيوية ، إضافة إلى البيض والألبان والجبن والشرانق وغيرها .

والأسماك أهم المصادر الحيوانية الغذائية للأسماك . وتستخدم طازجة (وإن احتوت أسماك الماء المالح على إنزيم الثياميناز Thiaminase الذى يكسر فيتامين الثيامين إذا لم يتم تجميدها) ومجففة كمشاحيق (يراعى تمام تجفيفها ولا تصاب ببكتريا السالمونيلا ، ويراعى عدم زيادة الملح فيها كمادة حافظة (١ - ٣ ٪) وكذلك الدهن (أقل من ٣ ٪) وعدم احتواها على الرمل وغيره من مواد غش كاليوريا) ، كما يستخدم زيت السمك كمصدر طاقة غنى بفيتامينات D.A والأحماض الدهنية الضرورية ، وقد تحفظ الأسماك فى صورة سيلاج كغذاء للأسماك بتخميرها مع الكربوهيدرات أو باستخدام الأحماض أو بحفظها

بالمخلع . وسيلاج الأسماك أرخص من مسحوق الأسماك ، وبجانبه يخفض تكاليف تصنيعه وبسالة طريقة تحضيره فإنه يمكن حفظه لمدة طويلة دون تلفه ، ويمكن تصنيعه من عشة الأسماك (الأسماك الصغيرة) ومخلفاتها ، ويسهل خلطه مع باقى مكونات العليقة كعصيدة ، سواء مع مخلفات المطاحن والمضارب أو مخلفات مصانع البسكويت والمكرونة وغيرها مما يشربها بالبروتين الحيوانى ويحسن طعمها ورائحتها ويحسن من الاستفادة منها ويقلل فقددها . وحموضة السيلاج تمنع نمو البكتريا الضارة (بكتيريا العفن) والفطريات والخمائر مما يحفظ السمك من التحلل والفساد. ونظرا لصلابة حموضة السمك ولحتواءه من ثالث ميثيل أمين أو أكسيد (فى الكائنات البحرية) الذى يشجع النمو اللاهوائى لبكتريا التلف ويحتزل هذا المركب إلى ثانى ميثيل الأمين المنتج لرائحة غير مرغوبة عند تلف السمك (أمونيا) ، لذا يلزم عند عمل سيلاج السمك أن يضاف مصدر كربوهيدراتى ليققل من هدم الأحماض الأمينية بفعل بكتريا التلف . كما يضاف بادىء بكتريا حمض اللاكتيك لسرعة تحويل الكربوهيدرات إلى حمض يحفظ السمك من التلف لخفض pH السيلاج لأقل من ٤ . وعادة يضاف حوالى ٢٠ كجم مطحون حيوب لكل ١٠٠ كجم سمك أو ١٠٪ موالس . وعند عمل السيلاج باستخدام الأحماض المعدنية يخفض pH لأقل من ٢ ، بينما عند استخدام الأحماض العضوية يكفى وصول pH ٣.٥ - ٤ (مع الفورميك) أو ٤.٥ (مع البروبيونيك) . ويتطلب حوالى ٩ لتر حمض غير عضوى عياريته ١٤ للأسماك العظمية قليلة الدهن (٤ لتر للسمك الدهنى) أو ٣.٤ لتر (٦.٣ كغ/جرام) و ١.٥ لتر (٢.٨ كيلو جرام) حمض كبريتيك مركز / ١٠٠ كجم سمك قليل الدهن أو دهنى على الترتيب .

وقد يستخدم مخلوط الأحماض المعدنية (لخفض pH) والعضوية (كمضاد ميكروبى) بتركيز ٢٪ من مخلوط ١ : ٣ (حجم / حجم) حمض كبريتيك : حمض فورميك ، ويمكن استبدال حمض الهيدروكلوريك أو حمض الفوسفوريك بدلا من حمض الكبريتيك . ونظرا لزيادة رماد الأسماك الاستوائية فإنها تتطلب مزيد من الحمض (٢.٥٪ فورميك) للحفاظ ، أو خلط أحماض الفورميك مع البروبيونيك (٣٪ على الأقل) .

ولعمل السيلاج يتم فرم السمك (سواء كامل أو أحشاء ومخلفات أو مخلفات جمبرى) وخلطه بالحمض ، فيتخلل إنزيميا ، ويثوب حوالى ٨٠٪ من البروتين فى سيلاج السمك بعد أسبوع واحد على درجة حرارة ٢٣ - ٣٠ °م ، ولايتحرر من الأحماض الأمينية سوى ١.٣٪ من الأزوت الأمينى فى صورة أمونيا بعد ٣ أسابيع تحت الظروف الاستوائية . وقد يهدم التريبتوفان الحر ، كما أن الميثيونين والهستيدين قد يكونان غير ثابتين . وإذا عمل السيلاج من سمك تالف جزئيا فيكون الهستيدين عاملا محددا كما يعتبر كذلك الميثيونين عاملا محددا للنمو فى سيلاج السمك . ويجب معادلة السيلاج المحمض بالأحماض المعدنية قبل التغذية عليه بإضافة ٢ - ٥ كجم جير / ١٠٠ كجم سيلاج . ولعصيرية السيلاج فيتطلب كمية كبيرة من المساحيق الرابطة لإنتاج محبيبات رطبة مقبولة (٣٠ - ٤٠٪ رطوبة) ، ولهذا السبب فالسيلاج المخمر أفضل من السيلاج المحمض لانخفاض رطوبة الأول وقلة احتياجه للمواد الرابطة . ويضاف السيلاج مع

المواد الرابطة بنسبة ١ : ١ لأكالات اللحم أو قد يخفف السيللاج عن ذلك للأنواع الأخرى ، وبعد الخلط مع المواد الجافة (الرابطة) تعاد للمفرمة ثانية للحصول على خيوط أسطوانية من الهيجينة فتجفف شمسياً على لوح خشب أو مضمع أو خيش لتتسام الجفاف ثم تعبأ في أجولة لصين الاستخدام . وقد تستخدم كمجينة بدون تحبيب وتجفيف . ويحفظ السيللاج في أواني بلاستيك أو براميل أو أكياس أو حفر مبطنة بالأسمنت مع العزل عن الهواء بإحكام الغلق . والسيللاج غذاء مقبول للأسماك وليس له تأثيرات سلبية على الأسماك ونموها وصحتها وتركيبها الكيميائي وخواصها الجسمية . Organoleptic properties

وإضافة إلى الأسماك فهناك مصادر حيوانية أخرى سواء بحرية أو أرضية كالجيمبرى الطازج ومسحوقه الجاف وبيضه (كغذاء لليرقات) ، وقد يستخدم الكبد والطحال (لغناهما بالفيتامينات والبروتين) طازجا أو مجمداً أو مجففاً مع الطازج بنسبة ١ : ١ لتغذية فقس الأسماك ، كما يستخدم الدم كما هو أمخلوط مع الجبن الأبيض أو مع الطحال والخميرة كغذاء للفقس ، والجبن الأبيض المستخدم عديم الملح طازجا وإلا تخمر وصار ضاراً . ومن منتجات الألبان كذلك يستخدم اللبن المجفف والكازين وشرش الجبن (عديم الملح) بعد تجفيفه . كما تنتج الحيوانات المائية الصغيرة في أحواض خرسانية مطهرة بالجير الحي ومسمدة عضوياً وتغلى بالماء مع استمرار التسميد العضوى أو بإضافة الدم الطازج أو اللحم أو مسحوق السمك حتى يظهر اللون الأخضر للطحالب واللون الأحمر للدافنيا Daphnia فتجمع يرقات الدافنيا والشيرونوميدي Chironomid بشبكة دقيقة جدا وتغسل بالماء النظيف وتوزع لتغذية الفقس ، كما يمكن جمع الغذاء الطبيعي من الماء العميق بشباك يسحبها قارب ، كما يمكن جمع الضفادع والمحار وطحنها أو فرمها ، وإذا وضع مصدر للضوء (لمبة) على سطح الماء بارتفاع ١٠ - ٢٠ سم عند مدخل الماء فإنها تجمع الكثير من الحشرات المجنحة التي تسقط على الماء وتلكها الأسماك .

النتائج

العلائق المركزة الجافة : تشكل التغذية حوالى ٦٠ - ٦٥ ٪ من إجمالى تكاليف السمك ، لذا فمن المهم لاقتصادياً الإنتاج أن يستفاد من التغذية الطبيعية والمخلفات البيئية رخيصة الأسعار ، وحبذا لو كانت التغذية الصناعية عبارة عن تغذية إضافية ولا يعتمد فقط على التغذية الصناعية الكاملة . لذلك تمكن علماء تكنولوجيا العلف لمنظمة الأغذية والزراعة من استخدام المخلفات الزراعية وحققوا كفاءة تحويلية ١,٥ - ٢,٠ فى البلطي والقرايط فى إفريقيا الوسطى دون استخدام مسحوق السمك أو فول الصويا . والقدان من المزارع السمكية يلزمه ١,٢ طن علف (إضافة للغذاء الطبيعي) لتغطية احتياجات السمك الغذائية ، لذلك تحمل قطعان البط وغيرها من الحيوانات على المزارع السمكية لتخفيف الطلب على الأعلاف والأسمدة .

والأعلاف المركزة الجافة انتشرت فى مزارع الأسماك لسهولة تجهيزها فى نفس مصانع أعلاف الماشية والدواجن وغيرها . والعلف المركز الجاف توافقات متباينة المكونات حسب الغرض منها ووفرة وسعر المكونات المختلفة ، إذ تتكون من مكونات طازجة وأخرى جافة ، وبعضها نباتي والآخر حيواني المصدر

بجانب الإضافات المختلفة . وقد تشمل على مخلفات الدواجن ومسحوق اللحم وناتج التحلل المائي للريش وبهاتج التخمير الساخن لمخلفات المجارى بجانب البيض والهوائم الحيوانية (كبديل جزئى لمسحوق السمك) كمصادر بروتينية ، وكذلك البطاطا والجزر ومخلفات الأسواق ومخلفات الخبز والأكساب والنخالة والحشائش بإلطحاب . وقد يحل الكازين أو الضميرة أو الطحالب محل السمك .

ومن الإضافات فى التغذية المركزة الجافة (المحببة) إضافة المضادات الحيوية مثل أوكسيس تتراسيكلين (١٩٢ مجم / كجم علف) لخفض الفقد بالعدوى المرضية (كاستسقاء البطن) وهى لا تترك متبقيات Residues فى لحوم الأسماك بعد ٢ - ٣ أيام أى لاطورة منها على المستهلك الأمانى .

وتنتشر فى الأسواق كثير من الأعلاف المركزة الجافة فى صورة بلانكتون صناعى يغنى عن الأغذية الحية كالطحالب الدقيقة والروتيفيرا والارتيميا ، ويتكون من بيض سمك وصغار ولين فرز وپروتين سمك ومسحوق كبد وفيتامينات ومعادن ، وهو علف للأطوار الأولى من السمك يحتوى ٥٠ ٪ بروتين ، ٢٤ ٪ دهن ، أقل من ١ ٪ ألياف ، أقل من ٨ ٪ رصاص ، أقل من ٨ ٪ رطوبة ، وذلك فى صورة كبسولات دقيقة Microcapsules (٣٠ - ٤٥٠ ميكرون) . كما تباع مساحيق الطحالب الخضراء المزرقة المجففة حجم جزئياتها ٨ - ١٠ × ٢٠ ميكرون أو ٨ - ١٠ × ٥٠ - ١٠٠ ميكرون ، يحتوى بروتينى ٥٥ - ٧٠ ٪ ودهنى ٤ - ٧ ٪ وكربوهيدراتى ١٥ - ٢٥ ٪ ومعدنى ٧ - ١٣ ٪ وإيفى ٤ - ٧ ٪ ورطوبة ٣ - ٧ ٪ . وكذلك توجد قشور الجمبرى Brine Shrimp Flakes من الارتيميا Artemia Salina البالغة بعد معاملتها بالطرد Extrusion وإضافة مساحيق السمك والسدم ومستخلص الضميرة ومركبات وزيوت الأسماك ، وذلك لتوفير احتياجات السمك والجمبرى من صفات وأحماض دهنية ، ويحتوى على الأقل ٥٢ ٪ بروتين وكذلك ١٢ ٪ دهن و ٨ ٪ رصاص و ٦ ٪ رطوبة . كما يباع بيض الجمبرى Brine Shrimp Eggs (Artemia cysts) ويحتوى الهرام منه ٢٠٠ - ٤٢٠ ألف بيضة ، ويباع فى عبوات زنة نصف كيلو جرام مغلقة تحت تفريغ ، ويتم فقس البيض فى ظرف ١٥ - ٣٦ ساعة (بنسبة ٩٠ ٪) ، وهى أساس تغذية يرقات الأسماك والجمبرى كغذاء حى ، فيبلغ حجم تجارة بيض الارتيميا ٣٠٠ طن سنويا بسعر ٢٠ - ٨٠ دولار للكيلو جرام من البيض الجاف حسب خواصه ، ويتراكم بيض هذا الجمبرى الصغير على شواطئ البحيرات عالية الملوحة فى طبقات بنية حمرة ، وبعد تجهيز البيض لحفظه جافا يمكن إعادة حيويته بوضعه فى ماء مالح فيفقس فى ظرف ٢٤ ساعة تقريبا يرقات صغيرة Nauplii حرة السباحة بطول حوالى ٤ ، مم ويمكنها بلوغ ١ سم فى الطول لكنها تصير غير مأكولة ليرقات الأسماك فى هذا الحجم .

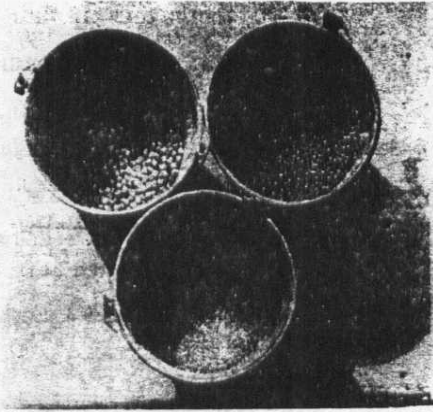
وتقبل معظم أنواع الأسماك على الأعلاف الصناعية المحببة Pelletized artificial feeds والتي تعامل عند تجهيزها بعد الطحن والخلط بالمعاملات الحرارية لتساعد على التكبيب Pelleting وتحسين خواص العلف . ففى هذه المعاملات الحرارية يمكن تثبيط وتحطيم بعض المركبات غير الغذائية أو السامة

خاصة بعد الطحن الذي يزيد مسطح جزيئات العلف المعرضة للحرارة ، فيزيد استهلاك العلف والاستفادة منه .

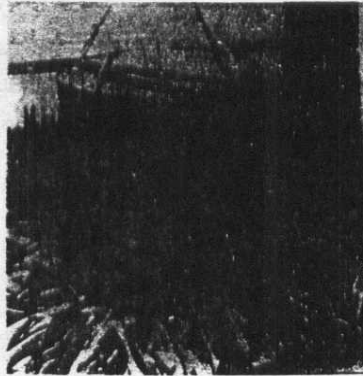
ومن طرق المعاملة لرفع القيمة الغذائية :

- ١ - الحرارة الجافة أو الأشعة تحت الحمراء لمدة ٢٠ - ٥٠ ثانية على ٢٥٠ °م فينبط مثبط الترسين في مخلفات الصويا ، ويتم التجفيف وتطول مدة الحفظ .
- ٢ - الطرد أو الدفع/ Extrusion يولد حرارة مرتفعة نتيجة الاحتكاك ، ويتم تحت ضغط مرتفع ويؤدي إلى الجلتنة Gelatinization فيساعد على هضم النشا ، ويتم تحت ظروف جافة أو رطبة ، ويساعد على إتلاف الأفلاتوكسين .
- ٣ - التسخين الرطب Expansion وهو طبخ تحت ضغط مرتفع البخار أو الماء يليه تجفيف .
- ٤ - الهضم الإنزيمي أو التخمر (سيلجة Ensilage) بالأحماض أو البكتيريا ، أو الهضم بالقلويات كالصودا الكاوية للمخلفات الغنية بالسليولوز واللجنين .
- ٥ - إغناء العليقة بمصادر بروتينية أو بالأحماض الأمينية الضرورية التي تعوز مكوناتها .

وتحتاج مزارع الأسماك إلى موزعات العلف الجاف Dry feed dispensers أو قد يوزع يدويا إذا لم تتوفر الوسائل الميكانيكية أي الموزعات الآلية Automatic dispensers التي تعمل بالكهرباء ، والتوزيع اليدوي يكون على الضفاف أو باستخدام قارب . وهناك غذايات تعمل بواسطة السمك ذاته ، وفي الإنتاج المتسع تستخدم ناثرات Blowers تقلظ بالعبوب أو المكبات بمقننات في أوقات محددة .



أعلاف محببة Pellets للأسماك مختلفة الأحجام



سمك ثعبان يتغذى تغذية مكثفة على غذاء مركز جاف

استهلاك الغذاء :

يختلف مستوى التغذية كثيرا باختلاف نوع السمك وعمره ومرحلة نموه وحالته الصحية والفسولوجية والظروف الجوية والموسم من السنة ونظام التغذية والإنتاج وغير ذلك . ففي البلطي مثلاً وزن ٦٥ جم فى نظام مغلق يكون أفضل مستوى تغذية هو ٢٪ من وزن الجسم يوميا (على ٣ وجبات يومية) . وإذا كان أفضل معدل تحويل غذائى فى البلطي الموزمبيقى على معدل تغذية ٢ ٪ ، فإن أفضل معدل تحويل غذائى للبلطي النيلي يكون على معدل تغذية ١٪ من وزن الجسم يوميا . وأفضل معدل تغذية اقتصادية يكون أقل من معدل التغذية اللازم لأقصى نمو . والمستوى الأمثل لتغذية البلطي الأخضر T.zilli صناعيا تراوح ما بين ٤ - ٦ ٪ من وزن الجسم يوميا . ولقد أعطى سمك المبروك اللامع Mirror Carp عند تغذيته بمستوى ٢٪ من حيز الجسم التمثيلى (وزن الجسم) ٨٠ . ٠ للأصبعيات (١٥ - ٢٢ جم) أعطى معامل تحويل غذائى حوالى ١ كجم علف / كجم زيادة فى وزن الجسم وذلك تحت ظروف الإنتاج المكثف ، إلا أن زيادة مستوى التغذية يخفض من كفاءة الاستفادة الغذائية لانخفاض الهضم وبالتالي الاستفادة بجانب زيادة استهلاك الأوكسجين وزيادة العمليات الميتابوليزمية بالجسم ، لكن زيادة كل من مستوى وتكرار التغذية تحسن من النمو والاستفادة الغذائية ، وأيضا زيادة عدد مرات التغذية تحسن من النمو ومن الاستفادة الغذائية للسمك . وعلى ما سبق ينصح بتحديد مستوى تغذية السمك لضمان كفاءة الاستفادة من الغذاء ومطابقته وبروتينه ، والتي تتوقف على نوع السمك ومستوى التغذية وغير ذلك من عوامل الإنتاج .

ونظرا لتوقف كمية وتركيب علائق التغذية الصناعية على احتياجات السمك الكلية ومدى وفرة الغذاء الطبيعى ، وهما عنصران متغيران ، فإن تحديد الاحتياجات من العلائق التكميلية تعد عملية صعبة جدا . ومثالا على ذلك : حوض سعته ٣ هكتارات ، كفاءته البيولوجية (B) أى قيمته الغذائية ٦ (B لهامدى من ١ إلى ١٠) ، يراد تربية المبروك فى الحوض حتى وزن كيلو جرام علما بأن معدل الفقد ١٠ ٪ ، وزيادة الإنتاج الطبيعى الراجع للتسميد يتوقع أن يكون حوالى ٦٦ ٪ ، والمستهدف زيادة الإنتاج الطبيعى المقدر ٤ أضعاف بواسطة التغذية الصناعية ، فما هى الاحتياجات الغذائية من عليقة معدل تحويلها ٤ علما بأن معامل الإنتاجية (k) ٣ .

الحل : الإنتاجية الطبيعية للحوض (K) تقدر من المعادلة الخاصة بالإنتاجية فى الأحواض الصناعية :

$$K = Na / 10 \cdot B \cdot k$$

حيث Na مساحة الدوض بالآر Are] بينما إنتاجية المجرى المائى : $K = B \cdot L \cdot k$ حيث L المقدرة البيولوجية لمتوسط عرض المجرى [والآر ١٠٠ م^٢ (٠.٠١ هكتار أو $\frac{1}{4}$ من الأكر Acre حيث الأكر ٠.٤ هكتار أو ٤٠٠٠ م^٢)

$$\begin{aligned}
& = \text{الإنتاجية الطبيعية K} \\
k & = \frac{Na}{10} \times B \times K = \frac{3 \times 100}{10} \times 6 \times 3 = 540 \text{ Kg} \\
& = \text{الإنتاجية الراجعة للتسميد } 66\% \\
540 \times 0.66 & = 356.4 \text{ Kg} \\
& = \text{أى أن الإنتاجية المحسوبة طبيعياً} \\
540 + 356.4 & = 896.4 \text{ Kg} \\
& = \text{والإنتاجية الكلية المطلوبة لتعادل 4 أضعاف الإنتاج المحسوب طبيعياً} \\
896.4 \times 4 & = 3585.6 \text{ Kg} \\
& = \text{الإنتاجية الراجعة للتغذية الصناعية} \\
3585.6 - 896.4 & = 2689.2 \text{ Kg} \\
& = \text{وإذا كانت العليقة معدل تحويلها 4 فإن الغذاء المطلوب} \\
2689.2 \times 4 & = 10756.8 \text{ Kg} \\
& = \text{ويكون معدل تخزين السمك (بالعدد)} = \frac{\text{الإنتاج أو النمو المستهدف كجم}}{\text{النمو الفردي كجم}} + \text{الفقد (بالعدد)} \\
3944 & = \frac{2585.6 \times 10}{100} + \frac{2585.6}{1} =
\end{aligned}$$

طرق تقدير استهلاك الغذاء في السمك :

تتعدد الطرق ، وقد يمكن حصرها تحت نوعين وذلك للاستدلال على حالة السمك الغذائية .

١ - **التقدير النومي** : ويشمل تحليل مكونات المعدة وتحديد نسبة تواجد كل نوع من الغذاء ، وعدد كل نوع غذائي كنسبة مئوية من العدد الكلي للأغذية الموجودة بالمعدة ، والأنواع الأكثر تواجداً ، والحجم الكلي للمعدة وحجم كل نوع غذائي بالمعدة ، ونسبة حجم كل غذاء من الحجم الكلي للمعدة ، الوزن الجاف للغذاء الكلي بالمعدة كنسبة مئوية ، وقد يقدر الوزن الرطب لكل غذاء على حدة والأغذية كلها في المعدة ، أو بطريقة النقط ، إذ يعطى كل غذاء نقط تمثل تكراره وحجمه وهي تشبه الطريقة الحجمية أو الوزنية .

وقد تقدر الحالة الغذائية بتحليل عضلات السمك (بعد إزالة الأمعاء والمناسل ومثانة العوم والكبد)

سواء للطاقة أو للمادة الجافة ، على أساس أن التجويف البطنى والمضلات تعتبر مخازن الطاقة الرئيسية فى كثير من الأسماك .

وقد يعبر عن دليل الأمعاء Gut index كنسبة المادة الجافة للأمعاء إلى وزنها الرطب ، حيث إن المادة الجافة (أو الطاقة) فى الأمعاء تؤخذ كذلك كمؤشر عام للحالة الغذائية . كما قد يستخدم عامل الحالة Condition factor (K) للدلالة على الحالة الغذائية العامة للسماك . كما يستخدم أيضا دليل الكبد Liver index (% وزن الكبد من وزن الجسم) كبديل لعامل الحالة (K) أو لدليل الأمعاء كبديل للدلالة على الحالة الغذائية العامة Gross Nutritional State .

٧ - أفضل طرق التقدير هي مابنى على تسجيل كمية وحجم عناصر الغذاء فى المعدة ، وهناك طرق حجمية وأخرى وزنية وثالثة متعددة ، فيمكن قياس متوسط الوزن الجاف لأنواع الغذاء Prey ويعبر عنها بالوحدات الوزنية ، كما يستخدم متوسط الوزن الكلى لمحتوى المعدة بالنسبة لوزن السمك للتدليل على السلوك الغذائى ، واختلافات متوسط وزن محتوى المعدة على مدار عام يدل على اختلافات شدة التغذية وكثافتها . وقد يعبر عن الوزن رطب أو جاف . ولدراسة تقييم العلف بالطرق الوزنية لايفضل الاعتماد على وزن محتويات المعدة بل يعتمد على قيمة الغذاء السعيرية (الحرارية) أى قيمة طاقته . والدليل الذى أخذ بالاعتبار مختلف مصادر القياس هو الدليل الأصوب فى هذا التقدير لذا يستخدم دليل الأهمية النسبية Index of Relative Importance (IRI) الذى يتضمن النسبة المئوية للمعد (%N) أى كمي ، وكذلك النسبة المئوية للحجم (%V) أى حجمى (أو وزنى) ، وتكرار وجود (F) الغذاء

$$IRI = (\%N + \%V) \times \%F$$

وقد ينشأ خطأ فى حساب دلائل أهمية الغذاء من جراء وجود أى مصدر غذائى غير ملائم للسمك (كالهياكل العظمية والقشور) لكنه قد يوجد فى محتويات المعدة ، أو لإطالة فترة الصيام ، أو لعدم وجود غذاء ، أو لمحتوى الغذاء المرتفع فى الدهون ، أو لحرارة الماء ، أو لاختلاف فى معاملات الهضم .

فتقدير استهلاك الغذاء وأهميته يقدر بطرق نوعية وأخرى كمية (وزنية أو حجمية) ويتخلل تقديرات كيميائية (كالمادة الجافة أو الطاقة أو البروتين) وقد يتطلب الأمر إجراء تجارب تغذية فى أحواض لدراسة كفاءة تحويل الغذاء إلى لحم فى السمك مع قياس طاقة الغذاء والبروتين الناتج من التغذية على القدر المعلوم من الغذاء المختبر . ومن الطرق المستخدمة فى تقدير كمية الغذاء التى تتطلبها الأسماك :

١ - قياس مباشر للكم المستهلك فى وجبة معينة أو فى فترة زمنية معينة .

ب - قياس معدل تفريغ المعدة (كوحدة وزنية من الغذاء تنتقل فى وحدة الزمن) كمقياس دائم القياس فى الدراسات الفسيولوجية الغذائية على العوامل المؤثرة فى التغذية والهضم . وقد يقدر الاستهلاك الغذائى اليومى من هذه النتائج على افتراض أن متوسط معدل مرور الغذاء إلى الخارج (من المعدة) ينبغى أن يساوى متوسط معدل الاستهلاك .

ج - ميزان الطاقة أو النيتروجين ، إذ ينبغي تقدير استهلاك الغذاء للسماك على أساس احتياجاته للطاقة أو النيتروجين ، أو العلاقة ما بين استهلاك الغذاء والنمو .

ويتم في المعمل قياس كل من استهلاك وإخراج وامتصاص الغذاء والعمليات الميتابوليزمية والنمو لمعرفة احتياجات الأسماك الغذائية وتكوين علائقها أو لدراسة فسيولوجيا التغذية وعمليات الهضم ورعاية الأسماك ، رغم أن الظروف المعملية تشكل غالبا ضغوطا واضطرابات للأسماك تحت التجربة أو تكون النظم الغذائية غير طبيعية أو غير قابلة للتحقيق مما قد يؤثر على النتائج ويجعلها متباينة كثيرا لنفس الأنواع باختلاف الباحثين أو ظروف التجارب . ويقدر معدل استهلاك الغذاء كنسبة مئوية من وزن الجسم، وذلك كنسبة مئوية للعلف المستهلك في فترة ما (أسبوعين) مقسوما على نصف حاصل جمع وزن السمك في أول ونهاية فترة التغذية (أسبوعين) .

استهلاك الغذاء وإخراجه :

يتم قياسها بتتبع وجبة قابلة للتعرف عليها بواسطة طرق مختلفة منها :

١ - الملاحظة المباشرة لنشاط التغذية بتقديم أغذية معروفة الوزن والعدد وملاحظة عدد المأكول منها بالنظر أو بتسجيل نشاط التغذية على فيلم ، ويعيب الملاحظة بالنظر أنه لا يمكن تعقب أكثر من سمكة واحدة في نفس الوقت كما أن كل سمكة تحتاج إلى حوض منفرد وينبغي استخدام أغذية طافية لكن الفيلم يسجل لمجموعة أسماك في نفس الحوض . ويمكن حساب استهلاك الغذاء بالفرق بين الغذاء المضاف والمتبقى بعد فترة التجربة ، سواء في حوض لمجموعة أسماك أو حوض منفصل لكل سمكة ويفصل الغذاء المتبقى سواء بترشيح ماء الصرف أو بجمعه من أسفل قاع متعقب مزودج .

٢ - فحص محتويات المعدة لمعرفة استهلاك الغذاء ومعدل مروره ونوع الغذاء المأكول . فتغذى مجموعة أسماك لحد الشبع ثم يذبح أو يقتل منها على فترات لقياس معدل مرور الغذاء ، ويجب صيام الأسماك قبل التجربة لعدم اضطراب النتائج لتداخل غذاء آخر . وإزالة محتويات الجهاز الهضمي بسهولة يمكن تجميد السمك قبل فتحه وبعد التسييح الجزئي يمكن إزالة المحتويات ككتلة واحدة مع عدم تلوثها بمواد من الجهاز الهضمي نفسه (طلائية أو مخاطية) ، ويقسم الجهاز الهضمي إلى عدة مناطق ويتبع مرور الغذاء من المعدة والأجزاء التالية لها . وهذه الطريقة غير مناسبة مع الأسماك الصغيرة لصعوبة تشريحها . ويمكن تعليم الغذاء بالصبغة (National Fast Blue 2 g / l) ففي هذه الحالة يقدر معدل مرور الغذاء دون الحاجة إلى صيام الأسماك قبل أو بعد التغذية على الغذاء المختبر . وللتغلب على مشاكل الاضطراب إلى قتل السمك فيمكن أخذ محتويات المعدة من السمك الحي بوضع أنبوبة اختبار في المريء والضغط على جانبي السمكة لإخراج الغذاء من الفم ، وهناك مضخة معدة يمر فيها الماء باندفاع من أنبوبة مثبت عليها صمام يسمح بالمرور في اتجاه واحد فيسحب محتويات المعدة ،

وهناك أجهزة أخرى عبارة عن أنبوبة واحدة تصل إلى المعدة ، وهناك جامع عينات المعدة مكون من سرنجتين ، إحداهما تضخ ماء للمعدة خلال أنبوبة فيسحب الغذاء من المعدة إلى السرنجة الأخرى ، كما يمكن ضخ الماء من فتحة الإست للحصول على محتويات المعدة من القم . وهذه الطرق تخرج على الأقل ٩٥٪ من الغذاء مع القليل من التأثيرات على الحيوية والنمو بعد ذلك . وقد يستخدم الملقط في تفريغ المعدة ، أو تستخدم المقيثات Emetics كحمض الزرنكوز وأبو مورفين بالحقن في المعدة إلا أنها تسبب النفوق (بنسبة عالية) ، كما أن مضخة المعدة قد تؤدي إلى تمزق ما بين المريء والمعدة .

٣ - استخدام النظائر المشعة وأشعة إكس لانتزاع محتويات الجهاز الهضمي ، وبالتالي تتلافى مشاكل الحصول على الغذاء من الجهاز الهضمي ، سواء السمك حي أو مقتول . لذلك يبحث عن تراكم الإشعاع نتيجة التغذية على عليقة محتوية على نظير مشع غالباً سيزيوم ١٣٧ للتعبير عن استهلاك الغذاء ومروءه . وعيب هذه الطريقة هو خطورة التعامل مع المواد المشعة في إعداد العلف ومتبقيات في العلف والماء والسمك كما أنها تقاس استهلاك الغذاء بطريقة غير مباشرة لكنها تمتاز بعدم الحاجة إلى قتل السمك ، كما أنها تمكن من قياس استهلاك الغذاء ومعدل المرور للغذاء على نفس السمكة ، كما أنه لا يحتاج إلى صيام السمك . ويمكن أخذ صور بأشعة إكس لأسماك بعد تخديرها بعد التغذية على عليقة محتوية على مسحوق (برادة) حديد بقطر جزيئات ١٠٠ - ٢٠٠ ميكرون) بتركيز ٥٪ من العليقة ، ولاتحتاج الأسماك إلى الصيام قبل أو بعد الغذاء المرقم ، ويمكن تتبع جزيئات الحديد في الجهاز الهضمي على صورة أشعة إكس ، وتشير عدد جزيئات الحديد الموجودة مباشرة بعد التغذية إلى تقدير استهلاك الغذاء بينما يشير النقص في جزيئات الحديد إلى معدل المرور . وهذه الطريقة أسهل وبعيدة الخطورة مقارنة باستخدام النظائر المشعة .

٤ - غدايات حسب الطلب Demand Feeders : تمود الأسماك على الحصول على غذائها حسب الطلب بالضغط على ذراع وتحسب عدد الحركات في وحدة الزمن لدراسة سلوك التغذية الاختيارية للسمك بالنسبة للمتغيرات البيئية كالضوء والحرارة وجودة العلف (محتواه من الطاقة ، تنوقه ، وغير ذلك) وغيرها ، وحيث كل نقرة على الغداية تمثل كمية معلومة من الغذاء فيحسب عدد النقرات يمكن حساب كمية العلف المستهلك في وحدة الزمن .

٥ - إنتاج الروث وتتبعه يشير إلى وقت تفريغ القناة الهضمية ويمكن صبغ الغذاء بالكارمين Carmine وتتبع خروج الروث المصبوغ بالأحمر الفاتح لحساب زمن مرور الغذاء بالجهاز الهضمي .

وتتوقف علاقة السمك بغذائه على عوامل عديدة متداخلة مما يؤدي إلى تعقيدها ومن بينها الحرارة والضوء والملوحة وحجم السمك والنشاط والسلوك والشهية ونظام التغذية والصيام والضغط Stresses ونوع الغذاء . فمن بين العوامل المؤثرة على احتياجات الأسماك من الطاقة (الغذاء) ما يلي :

١ - نوع الأسماك : متوسط معدل التغذية لأسماك المناطق الحارة $١٦,٧\%$ (٤,١ - ٣٦,٠) (%) والمناطق المعتدلة $٥,٩\%$ (١,٨ - ١٧,٣) (%) من وزن الجسم / يوم وذلك من دراسات عديدة على أنواع سمكية متعددة . إذ أن لدرجة الحرارة تأثيراً هاماً على استهلاك الغذاء في الأسماك ، ولذلك ثبت أن معدل تغذية الأسماك الاستوائية حوالى ١٨٠% أكثر من متوسط استهلاك أنواع المناطق المعتدلة وذلك لارتفاع الميتابوليزم القاعدي (الأساسي أو القياسي) أي احتياجات حفظ الحياة لأسماك المناطق الحارة طبقاً لارتفاع درجة حرارة البيئة ، إذ تفقد أسماك المناطق الحارة $٢,١$ كيلو جول / كجم / ساعة بارتفاع ٧٠% عن متوسط قيمة أنواع المناطق المعتدلة ($١,٢$ كيلو جول / كجم / ساعة) وعليه فارتفاع درجة الحرارة لا يزيد احتياجات الحفظ فقط بل كذلك يزيد معدل التغذية إلا أن ارتفاع معدل التغذية (١٨٠%) حوالى $٢,٥$ مرة أكبر من الزيادة (٧٠%) الملحوظة في ميتابوليزم الحفظ ، وهذا الفرق (١١٠%) ربما يرجع لسرعة وكفاءة النمو التي تميز الأسماك الحارة نظراً لأن الأسماك من نوات الدم البارد أي متغيرة درجة حرارتها بتغير درجة حرارة الماء بما يتبعه من تغيير معدل الميتابوليزم وما يرتبط به من تغييرات في معدلات التنفس واستهلاك الأوكسجين والاحتياجات إلى الطاقة (الغذاء) ويؤثر بالتالي على النمو .

وعلى نفس درجة الحرارة تتباين الأسماك المختلفة في معدل تنفسها واحتياجها إلى الطاقة ، لكن عموماً بانخفاض درجة حرارة الماء تتحمل الأسماك الصيام أكثر من وجودها في ماء أعلى في درجة الحرارة .

والأسماك التي تتنفس الهواء الجوى تفقد طاقة أكبر كلما كان الماء عميقاً للمجهود المبذول في العوم للصعود من القاع إلى سطح الماء لتتنفس الهواء الجوى ، مما يؤدي إلى زيادة معدل التغذية بزيادة عمق الماء الذي تسكنه ، وإذا لم يتوفر الغذاء فإن السمك يخفض من تكرار صعوده لسطح الماء ليوفر الطاقة ، وعليه فمعدل التغذية يتوقف على كل من عمق الماء ووفرة الغذاء . وفي حالة الصيام تخفض الأسماك من تكرار ظهورها للسطح للتنفس بحوالى ٧٠% إذ تخفض من الفعل الديناميكي النوعي وعليه ينخفض معدل الميتابوليزم (إلى ٢٥٠ مل أوكسجين / جم / ساعة) لكن ليس إلى نفس الحد الذي يمكن للأسماك التي تتنفس بالخياشيم والتي يمكن أن تخفض معدل استهلاكها للأوكسجين إليه (١١٠ مل أوكسجين / جم / ساعة) لأنها تضطر إلى الصعود لسطح الماء للتنفس لتظل حية . والأسماك التي تتنفس الهواء الجوى كبيرة الحجم تقل فيها علاقة عمق الماء بتكرار صعودها للسطح وبمعدل التغذية لأن لها معدلاً ميتابوليزم منخفضاً نسبياً ، كما أنها في كل مرة تنفس تسحب حجم أكبر من الأوكسجين فلا تضطر إلى تكرار صعودها للسطح كثيراً كما أنها لا تتطلب معدل تغذية عال رغم عمق الماء .

٢ - حجم السمك : الأسماك الكبيرة لها معدلات ميتابوليزم أساسى أقل من الأسماك الصغيرة ، وذلك لأن السمك الكبير له مسطح جسم نسبياً أقل مما للسمك الصغير (الوزن الميتابوليزمى للسمك الكبير = $٠,٨٠$ بينما للسمك الصغير = $٠,٤٠$ حيث $=$ وزن الجسم) وبالتالي تكون الاحتياجات الغذائية الحافظة للسمك الكبير أقل لانخفاض فقدائها للطاقة (إلى الماء) بزيادة وزن الجسم (أي بنقص

المسطح النسبي للجسم) أو عمر السمك ونموه .

وعليه عند حفظ السمك على مستوى عليقة منخفض فإن معدلات النمو والكفاءة الكلية للتحويل الغذائي للسمك الكبير تكون أعظم عنه للسمك الصغير ، إلا أنه بزيادة مستوى التغذية فإن السمك الكبير يبدأ في إظهار انخفاض كفاءته الكلية بينما السمك الصغير تزيد كفاءته . وبزيادة طول السمك المفترس (أكل اللحوم) Predators يزيد تدريجياً حجم الغذاء (الفريسة) Prey ويختلف نوعه ، وقد يتوقف حجم الفريسة كذلك على درجة شبع السمك ذاته وكذلك على وفرة الغذاء . وهناك تناسب مباشر بين الغذاء المستهلك ووزن الجسم رغم زيادة العليقة بارتفاع درجة الحرارة .

٣ - النشاط المسمولوي : في أثناء تناسل الأسماك تميل معظمها إلى الصيام وعدم استهلاك الغذاء ، رغم فقدانها لطاقة جسمها لإنتاج وإخراج البيض والمخى . وبالصيام ينخفض معدل التنفس والميتابوليزم . وزيادة نشاط السمك بالحركة والعموم تزيد احتياجاته للطاقة فيزيد معدل ميتابوليزمه ومعدل تنفسه عما هو عليه في حالة الراحة وعدم الحركة .

٤ - التغذية : الأغذية البروتينية (الحيوانية) تزيد احتياجات السمك للطاقة (فيزيد معدل استهلاك الغذاء) اللازمة لهدم البروتين وإخراج نواتج ميتابوليزمه ، لذا يستخدم جزء من البروتين كمصدر للطاقة ، فيارتفاع نسبة بروتين الغذاء يزيد معدل التمثيل الأساسي في السمك . بينما الأسماك آكلة العشب احتياجاتها من الطاقة أقل وتكون أساساً من الكربوهيدرات والدهون . وبزيادة رمد (معادن) العليقة تزيد احتياجات الطاقة للتخلص من هذه المعادن الممتصة . وعند تخفيف العليقة كان يضاف إليها مثلاً كالولين Kaolin ، فإن السمك يزيد من استهلاكه للغذاء سواء بزيادة تكرار التغذية وكذلك بزيادة معدل تفريغ المعدة .

• - العوامل البيئية : تؤثر على استهلاك الغذاء واحتياجات الطاقة من خلال تأثيرها على نشاط السمك وفقدته للطاقة ، فالضوء يزيد النشاط بما يتبعه من فقد للطاقة ، ونقص الأكسجين الذائب في الماء يزيد من معدل التنفس والحاجة إلى الطاقة وينخفض متوسط معدل الاستهلاك اليومي للغذاء بانخفاض الأكسجين الذائب في الماء من ٤ مجم / لتر بمقدار ٤٠ ٪ تقريباً في مبروك الحشائش ، مما أدى للاعتقاد بإمكانية التحكم في كمية الغذاء المستهلك بالتحكم في الأكسجين المتوفر في الماء تحت ظروف معينة ، كذلك الملوثات العضوية وكبريتيد الهيدروجين تزيد الميتابوليزم القاعدي (الأساسي) ، وشدة التيارات المائية تدفع الأسماك لفقد الطاقة مما يزيد الاحتياجات الغذائية للنمو . كما أن انخفاض كثافة تخزين السمك تزيد استهلاكه من الغذاء ، وارتفاع درجة حرارة الماء تزيد معدل استهلاك الغذاء ، كما يتأثر استهلاك الغذاء بملوحة الماء .

كما يتوقف استهلاك الغذاء كذلك على احتياجات السمك الميتابوليزمية وعلى امتلاء المعدة ، ويتوقف الغذاء في المعدة على معدل استهلاك الغذاء ومعدل تفريغه من الجسم . ويوقف استهلاك الغذاء بامتلاء المعدة بغض النظر عن الاحتياجات الميتابوليزمية ، فهناك علاقة عكسية بين شهية السمك للأكل ودرجة امتلاء

المعدة. وإطالة فترة الصيام تخفض من معدل تفريغ الغذاء من الجسم فيراعى ذلك عند تصميم تجارب التغذية لتفاديها . وعموما ترتبط الشهية أو الرغبة للأكل بتفريغ المعدة Gastric Emptying

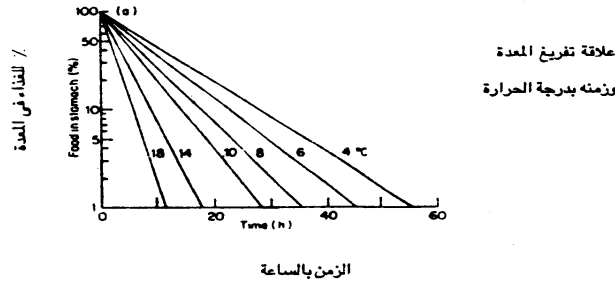
الزمن اللازم للشبع Satiety (Satiation) time :

تصل الأسماك أكلة الحوم لحد الشبع إذا ما استنفذت ١ - ٣ ساعات كل يوم في التغذية ، تتعامل خلالها مع غذاء يبلغ ٤٠ - ١٢٠٪ أو أقل . بينما الأسماك أكلة العشب تحتاج لقضم وتحطيم أنسجة النبات الصلبة وربما تطحن وتبتلع كميات محسوسة من المرجان والصخور والرمال مما يستهلك وقتا ، فبالنسبة لأكلات الأعشاب من محالب ونباتات تقضى ٨ - ١٤ ساعة وتتعامل في كل ساعة مع كم غذاء أقل (٠.٢ - ١.٠ ٪ من وزن الجسم لكل ساعة) مما في حالة أكلات اللحوم . أما أكلات الفتات Detritivores التي تعوم قرب القاع وتبتلع الجزيئات الدقيقة فتستمر تغذيتها طويلا حتى ٢٤ ساعة في اليوم ، فإنها ترشح حوالى ١٠٠ جم رواسب جافة لتحصل على ١ جم مغذيات جافة . وعلى ذلك فقد لا توجد حالة شبع في الأسماك الأكلة بالترشيح وإن كان يمكن إحداث الشبع في ظرف ساعة بتغذية معينة ، ويتوقف حالة الشبع في هذه الأنواع على سرعة العوم ، لكن تتغذى الأسماك باستمرار بمعدل ثابت طالما توفر الغذاء في الماء . ويؤثر حجم وكثافة جزيئات الغذاء على وقت الشبع ومعدل التغذية للأسماك ، إذ أن انخفاض كثافة الغذاء يستدعى السمك أن يبحث عن مزيد من الطعام في حيز كبير من الماء ، كما أن صغر جزيئات الغذاء بالنسبة لحجم السمك يخفض من كفاءة التغذية ، وعموما يقدم الغذاء الصناعى في شكل عائم Floating أو عجينة (مبسوس أو مرطب) Paste إلى غير ذلك من الأشكال .

ويتوقف الوقت اللازم للشبع ليس فقط على نوع السمك (وتغذيته) بل أيضا على عمر (حجم) السمك ومدة الصيام السابقة للأكل ومعدل الاستهلاك وتفرغ المعدة والشهية وحجم جزيئات الغذاء وأنواعه . فحجم جزيئات الغذاء المختاره من قبل السمك تزيد بزيادة حجم السمك ، فالسمك الكبير لا ياكل جزيئات الغذاء الصغيرة رغم وفرتها ، لكن يزداد معدل التغذية بوفرة الأحجام المناسبة لجزيئات الغذاء وذلك لامتياز السمك باختياريتها للغذاء Prey selection .

تفريغ المعدة - Gastric Emptying or Gastric Evacuation :

تستبقى أكلات العشب جزء فقط من الغذاء المهضوم بينما معظم الغذاء يمر إلى الأمعاء ويمتص منه القليل ، لذلك فإن أكلات العشب لا تمتص سوى حوالى ٦٢ ٪ من المادة النباتية ، بينما في أكلات اللحوم فإنها تنهش باستمرار في الغذاء وتمرره إلى الأمعاء لمزيد من الهضم والامتصاص ، والفرق بين نوعي الأسماك هذه من حيث نظام الهضم ينعكس في زمن تفريغ المعدة . فنجد في أكلات العشب أنها تخرج ١٠٠ ٪ من الغذاء النباتى المستهلك في حوالى ٦ ساعات (٣ - ١٠ ساعات) بينما تفريغ معدة أكلات اللحوم في حوالى ٢٢ ساعة (٦ - ٤٨ ساعة) ولذلك نجد كفاءة الامتصاص في أكلات النفايات ٤٢٪ ، وفي أكلات العشب ٣١ - ٨٨ ٪ ، وفي أكلات اللحوم ٨٥ - ٩٨ ٪ لختلف المصادر الغذائية وذلك للعديد من



ومعدل تفريغ المعدة للأسماك المحبوسة في أقفاص أقل منه في الأسماك الحرة مما يؤثر على تقدير الاستفادة الغذائية .

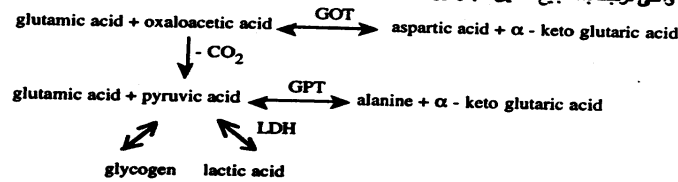
التجوع Starvation :

تمر كثير من الأسماك بفترات صيام Fasting أو تجوع طبيعية خلال الشتاء وهجرة التكاثر أو لنقص الغذاء . وهي فترات موسمية وإن كان لبعض الأسماك القدرة على التغلب عليها بوسائل كيميائية وفسيولوجية وسلوكية . إذ يمكنها خفض احتياجاتها الحرارية عند نقص الغذاء وذلك بخفض متوسط معدل الميتابوليزم ويظهر ذلك بنقص استهلاكها للأكسجين . وفي أثناء التجوع تستمر العمليات الأساسية على حساب المخزون الجسمي مما يؤدي إلى فقد في الأنسجة الجسمية .

وتلعب درجة الحرارة دوراً هاماً في التأثير على التغيرات في تركيب الجسم في أثناء التجوع ، إذ يكون تأثير التجوع في الصيف أشد وقعا منه في الشتاء لارتفاع معدل الميتابوليزم (زيادة الحاجة للطاقة) صيفاً .

وفي أثناء الجوع لاتستهلك الأسماك مخزونها الكربوهيدراتي (جليكوجين الكبد) بسرعة لذلك لا يختلف جلوكوز الدم ولاجليكوجين الكبد كثيراً عنه في الأسماك المغذاة ، ويرجع ثبات مستويات جلوكوز الدم في أثناء التجوع إلى عملية تخليقه من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis والتم ، يعتقد أن لهرمونات قشرة غدة فوق الكلية (الأدرينال Adrenal gland) الكورتيزول Glucocorticoids دوراً هاماً في حث وتشجيع هذه العملية ، وذلك لعدم قدرة السمك على تحويل جليكوجين الكبد بسرعة إلى جلوكوز لعدم كفاية إنزيم الفسفرة Phosphorylase اللازم لتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز - ١ - فوسفات .

وخلافا لما هو في الثدييات فإن الأسماك تفرزن دهونها في الأحشاء والكبد والعضلات الهيكلية ، ومعظمها دهون حقيقية وهي المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة لحفظ نشاط السمك طبيعيا في أثناء الشتاء وفي أثناء صياحه ، إذ يفقد خلال التجويع ٤٠ - ٥٠ ٪ من وزن السمك (كدهون) قبل التجويع ، بينما يشكل فقد بروتين العضلات وسوائل الجسم حوالي ١٠ - ٣٠ ٪ من الفقد (بالتجويع) في وزن الجسم . فتجويع أسماك الفرخ عريض الفم مدة ٤٠ يوما على ٢٥ ° م فقدت خلالها ١٤ ٪ من الوزن (كدهن وبروتين بنسبة ٦٠ : ٤٠) . وأسماك الكراكي Pike عند تجويعها ٣ أشهر فقدت ١٢,٥ ٪ من وزنها ، إذ انخفض محتوى العضلات من الدهن بمقدار ١٥,٧ ٪ ، كما انخفض محتوى الكبد من الدهن بمقدار ٤٠,٩ ٪ ، وانخفض محتوى الكبد والعضلات من الجليكوجين بمقدار ٧٧,٣ ، ٥٤,٠ ٪ على الترتيب ، بينما زاد محتوى رطوبة الكبد والعضلات ٩,٨ ، ٧,١ ٪ على الترتيب . وبالصيام قد ينخفض دهن الكبد من ٤٠ ٪ إلى ٢ ٪ من الوزن ، كما تنخفض نسبة الأحماض الأمينية الحرة في العضلات إلى ١٦ ٪ تقريبا من الأصل وينعدم تقريبا الجليسين والهيستيدين ، كما تزيد الأحماض الأمينية الحرة في الكلى والكبد والطحال خاصة الليوسين . وأكثر الأعضاء مقاومة لانخفاض البروتين بالصيام هي المخ والقلب ، بينما الأعضاء الأكثر تأثرا هي الكبد والكلى والطحال والأمعاء والعضلات على الترتيب . وتأثر الإنزيمات بالتجويع ، فبانخفاض بروتين عضلات سمك موسى ارتبط ذلك بانخفاض نشاط إنزيمات الجليكوليتيك والجلوكونيو جينيك في العضلات الحمراء والبيضاء . وفي سمك الثعبان الياباني يزيد نشاط إنزيمات الترانس أميناز (GOT ، GPT) في الكبد والتي ترتبط بتشجيع تخليق الجلوكوز من غير المصادر الكربوهيدراتية



وتختلف التغيرات الكيميائية الناشئة من التجويع باختلاف الأسماك والعضلات ، ففي سمك البليس Plaise تفقد العضلات البيضاء الدهن والجليكوجين والبروتين وارتفع محتواها المائي ، بينما عضلاتها الحمراء لم تفقد إلا القليل بالتجويع لمدة ٤ أشهر . ولكن أسماك القطب الجنوبي Notothenia coriiceps neglecta تستفيد من دهونها وكربوهيدراتها المخزنة في العضلات الحمراء بالإضافة لتلك المخزنة في الكبد . وحتى الاختلافات تظهر في نفس الجنس الواحد من السمك متباينة من نوع لآخر ، ففي ثعبان السمك الأمريكي الأصفر تحتفظ أنسجته بمستوى جليكوجين ثابت مع التجويع ، بينما ثعبان السمك الياباني يستفيد من جليكوجين ودهن الكبد ، والثعبان الأوروبي يستفيد من جليكوجين ودهن الكبد

علاوة على دهن العضلات في أثناء التجويع . ويتوقف نوع النسيج المستهلك في الصيام على حالة السمك ذاته ، ففي أسماك البلطي الرندالي الصغيرة في الحالة الجيدة استخدمت الدهون في الهدم أكثر من استخدامها للبروتين ، والعكس حدث تحت ظروف غير جيدة ، إذ استخدمت الأسماك مخزوناتها البروتيني أكثر من الدهون للحفاظ على ميتابوليزمها البروتيني . وبالصيام تتسع الصفراء وتتلون بالأزرق أو الأخضر الغامق وبالتغذية تصغر وتشحب . وبالتجويع تنخفض نسبة وزن المعدة بالنسبة لوزن الجسم .

وتباين كذلك مكونات الدم بالتجويع ، ففي سمك القد (كولا) Cod ينخفض جلوكوز الدم ، ونفس الشيء في ثعبان السمك الأوربي والكراكي ، بينما لا يتغير تركيز جلوكوز الدم في سمك الضفدع (الأيتر) Toadfish والسمك الذهبي والثعبان الأمريكي . كما يؤدي نقص التغذية إلى زيادة مستوى الأحماض الدهنية الحرة في بلازما الثعبان الأمريكي والأوربي ، بينما تأثير ذلك محدود على أسماك التراوت والكراكي، وتنخفض في أسماك الضفدع . كما تنخفض النسبة الحجمية لجسيمات الدم Haematocrite في التراوت والكراكي بالتجويع لكن ذلك لم يلاحظ في الثعبان الأوربي . كما تتأثر هرمونات الدم بالتجويع ، إذ ينخفض تركيز الثيوركسين T4 وينخفض تحويله إلى T3 في التراوت ربما لانخفاض معدل الميتابوليزم والنشاط بالصيام . وتجويع الكراكي يزيد محتوى بلازما دماؤها من الكونيسترون . فالتجويع يصاحبه تغيرات معقدة ومتداخلة بين مختلف مكونات الجسم ولكنها تغيرات عكسية وليست مرضية بمعنى أنها بإعادة التغذية يتم تخزين الجليكوجين في الكبد ويعود مستوى جلوكوز الدم وكذلك الهيماتوكريت مع زيادة دهن الكبد وكربوهيدرات العضلات والأحماض الأمينية في الجسم لما كانت عليه قبل الصيام في ظل عملية إعادة ضبط فسيولوجية وبيوكيميائية السمك بإعادة تغذيته . وقد تقاوم الأسماك الجوع لمقدرتها على التمثيل المباشر للمادة العضوية الذاتية في الماء والتي تمتصها الخياشيم بكميات بسيطة جدا لكنها مستمرة مما يساعد على حفظ الجسم ومقاومته رغم غياب الغذاء . إذ أن هناك من أنواع ثعبان السمك (الياباني) ما يحيا بدون طعام لأكثر من 4 سنوات ، وأنواع أخرى بعد عدة شهور صيام يسحب خلالها بروتين العضلات البيضاء ويستهلك دهن الكبد كلية بينما لا تمس دهون المخ والقلب والخياشيم .

ويتزغيط Force feeding الكراكي (بالتخدير وضغط ٢٪ من وزن الجسم غذاء بالي الممدى) لمدة ٦ أيام بعد صيام ٣ أشهر زاد دهن الكبد وجليكوجين العضلات إلى مستويات أعلى مما هي عليه في الأسماك المغذاة طبيعيا دون صيام وكذلك بالنسبة لنيوتروجين الأحماض الأمينية بالبلازما .

الهضم Digestion والامتصاص Absorption :

رغم أن الأسنان (بمختلف أنواعها ومواقعها) والخياشيم لها دور في الهضم الميكانيكي (تقطيع وطحن) للغذاء ، إلا أن الهضم الحقيقي (الإنزيمي) يبدأ في معظم أنواع الأسماك في المعدة التي تفرز غدها كل من حمض الهيدروكلوريك وإنزيم البيسين وذلك بفعل امتلاء المعدة وتنبية العصب التائه Vagus بتنبية الاسيتيل كولين والهستامين والكاريباكول (أحدا لمركبات الكولينية) . وفي الأسماك التي لا تحتوي معدة فإن أمعاها تطول لتخزين وهضم الغذاء ، وزيادة طول الأمعاء وثناياها يزيد كفاءة الهضم لإطالة وقت

مرود الغذاء بالقناة الهضمية خاصة في الأسماك أكلة العشب التي تزيد المواد غير المهضومة في غذائها .

وتفرز الإنزيمات للهضم المعوي من الزوائد البوابية والبنكرياس ومخاطية الأمعاء ، كما تفرز الكبد (الصفراء) مستحلبات Emulsifiers (أملاح وأحماض الصفراء) تساعد في هضم الدهون (وقد يفرز الليباز كذلك من أنسجة الخط الجانبي) . وتتوقف كمية ونوعية الإنزيمات على نوع الغذاء ، كما تتوقف معاملات الهضم على نوع الغذاء وكميته ونوع السمك وعمره ودرجة حرارة الماء وعوامله الأخرى كالطحن ودرجة pH المعدة وغيرها . والهضم في المعدة يكون في وسط حامضي pH ١,٥ - ٤ ، بينما في الأمعاء يكون في وسط متعادل إلى قلوي . وأهم الإنزيمات الهاضمة في الأمعاء هي إنزيمات التربسين البنكرياسي ، كما توجد في الأمعاء إنزيمات أميلاز وسكريز ولاكتيز ومالتيز ، إضافة إلى الليباز . ولقد وجد أن نشاط الإنزيمات المحللة للبروتينات في الأسماك أكلة العشب يفوق نشاطها في أكلة اللحم ، والعكس بالنسبة للإنزيمات المحللة للبروتين التي يزيد نشاطها بالتغذية الحيوانية (وبارتفاع درجة الحرارة) . ولما كان النشاط النوعي للإنزيمات المحللة للبروتين يرتبط سلبيا مع الطول النسبي للقناة الهضمية في السمك ، فإن فترة تعرض الغذاء للإنزيمات الهاضمة للبروتين تزداد بزيادة طول القناة الهضمية ، وعليه فإن النشاط الكلي لإنزيمات هضم البروتين (ميكروجرام / سمكة / يوم) في أنواع من أكلات اللحم أو متنوعة التغذية العشب ومتنوعة التغذية . بينما بالنسبة لإنزيم كاسيليولاز نجد نشاطه صفرا في معظم الأسماك متنوعة التغذية وأكلة الأسماك Piscivores بينما معظم الأسماك أكلات اللحم من أنواع اللافقاريات Invertivores تظهر نشاط عال لهذا السليولاز ، أي أن نشاط هضم السليولوز يرجع للتغذية على اللافقاريات والتي تحتوي على السليولاز أو كائنات حية دقيقة محللة للسليولوز . ومن المعروف أن الأسماك التي تتغذى على الحيوانات الصغيرة تستفيد من إنزيمات هذه الحيوانات لذلك لاتحتوي أسماك المبروك على ليباز خاص بأجسامها هي بل تحصل على الإنزيمات الهاضمة للدهون من غذائها على اليرقات .

ورغم عدم احتواء بعض نوات الدم الحار (الحمام والبيغاوات والجرذ والغيل والجمال) على كيس صفراء ، فإن نوات الدم البارد تحتوي دائما على كيس صفراء ، ورغم عدم وجود إنزيمات في الصفراء فيشذعن ذلك احتواء صفراء المبروك على إنزيم استراز Esterase كما تقوم أحماض الصفراء بتنشيط ليباز البنكرياس .

ورغم افتقار السمك للغدد اللعابية لأن غذائها رطب دائما وسهل البلع ، فإن الأسماك عديمة الفكوك يفرز فمها عصائر دافئة للتجلط تسمح للسمك بابتلاع سوائل الأنسجة والدم مباشرة إلى الأمعاء . ويحتوي عصير المعدة (Gastric fluid secretion) في الأسماك على إنزيمات الببسينوجينات (تنشط بفعل الحامض إلى ببسينات) والأميلاز والليباز والاستراز والكتيناز والهياورونيداز والسليولاز (التي قد تنتجها الكائنات الدقيقة بالجهاز الهضمي) حسب نوع السمك وتغذيته . ويختلف ببسين السمك في خواصه البلورية وتركيبه من الأحماض الأمينية عن ببسين الثدييات ، كما أن عصير معدة أسماك التونة أكفأ في تحليل

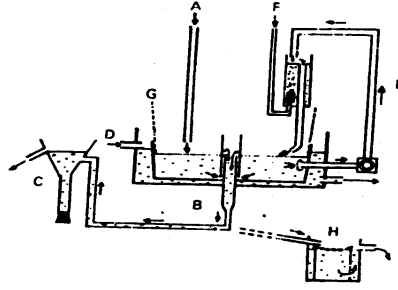
البروتين عن عصير معدة الثدييات كما يحتوى العصير البنكرياسى Pancreatic secretion على عديد من الإنزيمات الهاضمة كالتريبسين والكيموتريبسين والكربوكسيبيبتيداز والإلاستاز والتي تنشطها خلايا الأمعاء (فيتحول التريبسينوجين إلى تريپسين بواسطة الأنتروكيناز من مخاطية الأمعاء ، وينشط التريبسين بالتالى الإنزيمات البنكرياسية غير النشطة الأخرى) حسب نوع السمك ، فنشاط تريپسين بنكرياس الكراكي ٨ مرات أنشط منه فى أسماك المبروك . وكربوكسيبيبتيداز السمك يربط بالكوليت أكثر من ارتباطه بالزنك خلافا لما هو فى الثدييات . ويعتبر أميلاز البنكرياس والأمعاء أكثر أهمية عن أميلاز المعدة فى هضم الكربوهيدرات فى البلطي (وأكلات النباتات من الأسماك) . ويبلغ نشاط أميلاز بنكرياس المبروك ١٠٠٠ مرة قدر نشاطه فى أسماك الكراكي أو ٤٠٠ ألف مرة قدر نشاطه فى التراوت . والكتيناز يوجد فى إفراز بنكرياس ومعدة الأسماك المغذاة على الحشرات أو القشريات ، وهو لازم لتكسير الكيتين ، وقد تنتج كذلك بكتيريا الأمعاء . والبنكرياس (وإن غاب من بعض الأسماك) يعتبر أهم مصادر الليبازات (استرازات) وإن وجدت الليباز فى الأمعاء والصغراء . وفى أكلات الصغور إنزيم كربونيل انهيدراز لهضم كربونات الكالسيوم . وفى بعض الأسماك العظمية تحتوى الصغراء على إنزيمات تريپسين وليباز وأميلاز وغيرها ، وتمتص الأسماك (كما فى الثدييات) جزءا كبيرا من أملاح الصغراء من الأمعاء إلى الدم لتعود لحد كبير إلى الكبد .

وإنزيمات الأمعاء Intestinal enzymes تشمل الأميнопبتيداز وثلاثى بيتيداز (إيريپسين erepsin) ونيوكليوسيداز وعديد النيوكليوتيداز وليسيثيناز وليباز وأميلاز ومالتاز وإيزو مالتاز وسكرانز ولاكتاز وتريهالاز ولاميناريناز .

وقد تحتوى بعض أنواع الأسماك على بكتيريا فى الأمعاء تقوم بهضم الغذاء ، وكذلك بكتيريا تمثل النيتروجين (كما فى البورى) مما يفسر إمكانية استفادة بعض الأسماك من يوريا الغذاء ، كما توجد بكتيريا محلة للكيتين وأخرى تحلل السليلوز ، وتعد البكتيريا وغيرها من الكائنات الدقيقة مكونا غذائيا هاما للأسماك آكلة الفتات كالبورى، وتفرز أمعاء الأسماك العظمية هرمون السكرتين Secretin الذى يعيق إفراز المعدة لعصيرها أى يضاد عمل هرمون الجاسترين Gastrin ، والسكرتين ينظم عمل البنكرياس كذلك .

فتقوم الأميلاز والمالتاز والإنفرتاز والبيتاجلوكوزيداز وغيرها من الكربوكسيهيدرازات بهضم الكربوهيدرات إلى سكرسداسى وخماسى ، وتقوم البروتيازات والبيتيدازات بتحليل البروتينات إلى الببتيدات والأحماض الأمينية ، وتحلل الدهون بفعل الليبازات إلى جليسيريدات ثنائية وأحادية وجليسرول وأحماض دهنية . أى تتكسر المغذيات الأساسية إلى أحجار بنائها الأولية الأصغر فى وزنها الجزيئى بفعل عصائر وإفرازات المعدة والبنكرياس والأمعاء (والصغراء) ليسهل امتصاصها فى الأمعاء (وقد يبدأ الامتصاص فى المعدة إذ يمتص الدهن مباشرة كجليسرولات ثلاثية الأسيل فى بعض الأسماك (كالقرش والسالمون) من المنطقة البوابية للمعدة أو الأعاور البوابية إلى الليمف وكذلك قد يمتص البروتين جزئيا فى معدة أسماك القرش) أساسا بواسطة الانتشار Diffusion والنقل النشط Active transport إلى الدم إذ قد لا تنتقل الدهون فى الأسماك عن طريق الليمف وعليه قد لا تكون كيلو ميكرونات Chylomicrons فى الدم كما فى الثدييات .

وتقدر معاملات الهضم في تجارب هضم مباشرة كما سبق الإشارة إلى طرقها (في طرق الغذاء وإخراجه) ، وإن كانت هناك مشاكل في تقدير ذلك في السمك ، نظرا لضرورة فصل نواتج إخراج السمك من كميات مياه هائلة ، إضافة إلى صغر حجم السمك وانخفاض تركيز المخلفات ، مما يتطلب طرق دقيقة خاصة ، علاوة على تغيير قيم الهضم بتغيير درجة حرارة الماء (التي تغير من درجة حرارة جسم السمك) ، كما تخرج الأسماك فضلات جسمية عن طريق البول والخياشيم . لذلك فكل طريقة لها مزاياها وعيوبها ، فقد يمكن فصل المخلفات الصلبة من الماء بالترسيب أو الترشيح ، بافتراض أن المادة غير الذائبة هي الغذاء غير المهضوم بينما المخلفات الذائبة هي من الخياشيم والبول . وقد يستخدم مرقم Marker غير قابل للهضم كأكسيد الكروميوم في الغذاء ، ومشكلته في الحصول على عينة ممثلة من الروث وتحليل هذا القدر الضئيل . بينما جمع المخلفات من البول والخياشيم يلزمه غرفة ميتابوليزم ، ومشاكلها أن السمك فيها يكون محبوسا ومكبل الحركة ، إلا أن ميزتها أنها تمكن من الجمع الكمي للروث وإخراجات البول والخياشيم وذلك عن طريق الوصلات الخاصة بالجهاز ، وتقدير الطاقة والتحليل الكيماوي للإخراجات المختلفة للغذاء يمكن تقدير معاملات الهضم والطاقة الميتابوليزمية .



نظام تجريبي لدراسة معاملات الهضم في الأسماك

- A مدخل الماء
- B ماء زائد (بالوعة)
- C مصيدة لحجز الروث وفضلات الغذاء
- D صمام تحكم حراري
- E مضخة دوران المياه / نظام تهوي
- F دخول هواء لتهوية الماء
- G شبكة لمنع هروب السمك
- H نظام بديل لجمع الروث وفضلات الغذاء الصلبة على سلك دقيق معلق

فيكون معامل الهضم مساويا :

$$100 \times \frac{\text{المستهلك - الخارج في الروث}}{\text{المستهلك}}$$

بالنسبة لكل مغذ من المغذيات

وعند استخدام المرقمات يكون معامل الهضم للبروتين مساويا :

$$100 - \left[\frac{\% \text{ للمرقم في الغذاء}}{\% \text{ للمرقم في الروث}} \times \frac{\% \text{ للبروتين في الروث}}{\% \text{ للبروتين في الغذاء}} \times 100 \right]$$

والمرقمات منها ما هو داخلي في نفس تركيب الغذاء (كالكسليك واللينين وغيرها) أو خارجي يضاف إلى العليقة (كالبولي إيثيلين والكارمين وأكسيد الكروم وموليبيدات أمونيوم ورماد مقاوم للتحلل ومواد عضوية مقاومة للتحلل وأكسيد تيتانيوم وعناصر معدنية ومسحوق حديد معدني وغيرها) بنسبة ٢٪ ، وينبغي فيها أن تكون عديمة الهضم وتخرج بنفس معدل خروج محتويات الجهاز الهضمي الأخرى وأن تكون سهلة التقدير كليا ، ولا تؤثر على تنوع الغذاء .

ومعامل الهضم الكلي باستخدام المرقمات يساوي :

$$100 - \left(\frac{\% \text{ للمرقم في الغذاء}}{\% \text{ للمرقم في الروث}} \times 100 \right)$$

وباستخدام المرقمات يمكن دراسة عدد كبير من السمك الذي يأكل بحريته ولا نحتاج لتقدير كمى للغذاء المستهلك والروث الخارجى . ويتم جمع الروث من الأحواض بشبكة غطس دقيقة أو بطريقة السيوفين أو بعمود الترشيح أو عمود الترسيب أو بفرايبيل ترشيح تتحرك ميكانيكيا ، أو بإزالة العلف غير المأكول قبل جمع الروث ، أو أن تاكل الأسماك في حوض وتنقل للتبريد في حوض آخر . والمشكلة الأساسية في نويان المغذيات من الروث مما يؤدي إلى تقدير مضلل (عال عن الواقع) لمعامل الهضم . وفي الأحواض الصغيرة يحدث تلوث بمركبات الأزوت الخارجة من الخياشيم ومع البول ، لذا ينصح بجمع الروث في خلال دقيقتين من إخراجها مع تقادى تكسيره ، أو أن يحصل عليه قبل إخراجها ، سواء بقتل السمك وإفراغ الأمعاء أو من السمك الحي بالضغط على تجويفه البطنى ليخرج الروث دون اختلاط بالماء . وفقد بعض محتواه من المغذيات إلا أن ذلك قد يؤدي إلى جمع غذاء لم يكتمل هضمه مما يؤدي إلى خفض معاملات الهضم ، وكذلك الاختلاط بسوائل الجسم أو طلائية الأمعاء . والأفضل هو سحب الروث من الإست ، وفي كل الحالات اليدوية ضغوط على السمك لا يمكن تلافيها ، وأعلى معاملات هضم يتحصل عليها بجمع الروث بشبكة وأقلها من الروث المجموع بالضغط على البطن .

ولقد اتضح أن الطاقة الميتابوليزمية في السمك تفوق قيمتها في النواجن والسكريات خاصة للمواد الغنية بالبروتين ، إذ أن ناتج ميتابوليزم البروتين أساسا هو الأمونيا التي تخرج من الخياشيم وهي عملية

ليست مستهلكة للطاقة بل إن معظم تفاعلاتها تنتج طاقة ، عكس ما في الدواجن إذ تتحول الأمونيا إلى مركب أقل سمية هو حمض اليوريك متطلباً طاقة أكبر مما تتطلبه الثدييات لتحويل الأمونيا إلى يوريا ، وتخرج اليوريا وحمض اليوريك عن طريق الكلى . لذلك فالطاقة الفسيولوجية أو الميتابوليزمية للمغذيات المختلفة في التراوت حسبت وقدرت على أنها ٩٠ ، ٤٠ ، ٥ كيلو كالورى / جم بروتين أو كربوهيدرات أو دهون مهضومة على الترتيب .

والأسماك آكلة اللحوم أو الفتات قناتها الهضمية قصيرة ولا تهضم المواد اللينة جيداً ، فزيادة الألياف تتداخل مع هضم وامتصاص المغذيات الأخرى . وهضم الكربوهيدرات يتوقف على تعقيد جزيئاتها ، فالسكريات البسيطة تهضم وتمتص بسرعة ، بينما الديكستريين والنشا المطبوخ متوسط الهضم ، والنشا الخام فقير الاستفادة منه ، وإذا فالحرارة في أثناء تصنيع العلف المحبب ربما تكون مفيدة للنشا في الأعلاف النباتية . ووجود المثبطات في الأعلاف النباتية تمنع نشاط الإنزيمات كما في حالة مثبط الترسين في الطحالب الخضراء الخيطية *Chaetomorpha brachygona* وزيادة كمية المادة غير المعشوية في الفتات *detritus* لاتمد السمك بطاقة بل تخفض من كفاءة الهضم . وكل معوقات الهضم هذه تتواءم الأسماك من خلال تواجد ثنائيا حلزونية في المرء تزيد مسطح الهضم في المرء (لوجود نشاط هاضم للبروتينات في المرء) ، أو تتطور أسنان بلعومية فتكسر جدر الخلايا النباتية وتنساب مكوناتها السيتوبلازمية فيزيد الهضم المرئى ، أو أن تزيد حموضة المعدة ونشاط الأميلاز في أجزاء القناة الهضمية كلها . أو تزيد الغدد المخاطية بما يزيد نشاط الهضم . أو يزيد نشاط الإنزيمات الهاضمة للبروتين في الأمعاء . وأكثر من ذلك فإن الكائنات الحية الدقيقة المرافقة للنباتات والبكتريا المدمجة على الفتات تعد مصادر طاقة وتساعد على الهضم . وإضافة المصادر الحيوانية تحسن من هضم الجزء النباتي من العليقة حتى في أكلات الأعشاب والفتات لأن النباتات والفتات لاتكفى لإمداد الأسماك باحتياجاتها من الطاقة الميتابوليزمية .

وقد قدرت معاملات هضم بعض الأعلاف في أسماك القراميط على النحو التالي :

مادة العلف	الطاقة الكلية كيلو جول / جم	معامل الهضم %	الطاقة المهضومة كيلو جول / جم
ريش نواجن متحلل	٢١,٤	٦٦,٦	١٤,٣
سمك مجفف مستخلص	١٩,٣	٧٠,٥	١٦,٣
لحم وعظم مجفف	١٨,٠	٨٠,٥	١٤,٥
كسب قطن مستخلص	١٩,٠	٥٦,٢	١٠,٧
كسب صويا مستخلص	١٩,١	٥٦,٤	١٠,٨
ذرة صفراء	١٧,٧	٢٦,١	٤,٦١
ذرة صفراء مطبوخة جافة	١٨,١	٥٨,٥	١٠,٦
حبوب قمح	١٧,٧	٤٠,٤	١٠,٧
نخالة قمح	١٨,٤	٥٦,٢	١٠,٤
برسيم حجازي مجفف	١٧,٧	١٥,٧	٢,٧٧
مخلوط ٤٠ % فول صويا - مستخلص + ١٠ % سمك مجفف	١٨,٥	٦٧,٨	١٢,٥

ويزيادة مستوى التغذية تنخفض معدلات الهضم وكذلك الاستفادة الغذائية لانخفاض المتابوليزم والطاقة الممتصة . كما تتأثر معاملات الهضم بدرجة طحن (حجم جزيئات) العلف إذ تقل بزيادة الخضونة للعلف فتقل كذلك الطاقة الصافية من الطليقة .

وإذا كانت المغذيات الأساسية تمتص في الأمعاء بعد تحللها لأحجار بنائها الأولية ، فالدهون تنفذ من ذلك في بعض الأسماك خاصة الأسماك البحرية إذ تمتص فيها الجليسيرولات ثلاثية الأسيل وتخزن في الأنسجة الدهنية بعمليات لاتتضمن التحلل للرابطة الأسيلية الدهنية عند الموقع (٢) من الجليسيرولات ثلاثية الأسيل ، وإن كان على الأقل في بعض الأسماك (القند والتراوت) تتكسر كل الروابط الأستيرية في الجليسيرولات ثلاثية الأسيل للغذاء ويعاد تشكيلها فيما بين خمائل الأمعاء والكبد .

ومن التجارب الغذائية على السمك يمكن تقييم عملية التغذية والغذاء واستجابة السمك لذلك من خلال مقاييس (اصطلاحات) نذكر منها :

١ - كفاءة الامتصاص أى نسبة الطاقة الممتصة من الغذاء (معامل الهضم بالنسبة للحيوانات الأخرى)

$$= \frac{\text{طاقة العلف المأكول} - \text{طاقة الروث}}{\text{طاقة العلف المأكول}} \times 100$$

وقد بلغت هذه النسبة حوالي ٨٠٪ في أكلات اللحوم وحوالي ٥٧٪ في أكلات العشب .

$$٢ - \text{الاستفادة الغذائية (التحويل الغذائي) (Feed conversion (Utilization))} = \frac{\text{الغذاء المستهلك (جم)}}{\text{الزيادة في وزن الجسم (جم)}}$$

وفي حالة الأحواض الطبيعية يصعب تحديد معدل التحويل المطلق (ناتج قسمة كمية الغذاء الموزع على الزيادة في النمو المتحصل عليها من هذا الغذاء فقط) فيحسب عادة معدل التحويل الغذائي النسبي Relative food conversion rate كناتج قسمة كمية الغذاء الموزع (الصناعي) على الإنتاج الكلي (من التغذية الطبيعية والتسميد والغذاء الصناعي) . ويعتمد معدل التحويل الغذائي على الغذاء وكثافة تخزين السمك والوزن الفردي وعمر السمك وحالته الصحية ودرجة حرارة الماء وطريقة التغذية من كمية وتكرار التوزيع .

وقد ترمز قيم التحويل الغذائي للأغذية المكملة للبلي على النحو التالي :

الغذاء	معامل التحويل (غذاء / وزن سمك)
كسب	٣ - ٥
أوراق	١٥ - ٢٠
شرائح أرز	٨
أعلاف مركزه	٥
حبوب	٥
موز	٢٥
كاسافا	١٣
حشائش نابير	٤٨
مخلفات صناعة البيرة	١٢,٦
كسب قطن	٤,٨
كسب بذور قطن	١٨,٩
كسب فول سوداني	٣,٦

ومبروك الحشائش يحول ٦٠ - ٧٠ كجم أوراق إلى ١ كجم نمو ، فنقص الاستفادة من المواد النباتية يرجع إلى الزيادة النسبية في المادة غير المهضومة في النباتات غير المصنعة وجزئياً إلى انخفاض تركيز الأحماض الأمينية في البروتين النباتي . ومعدل التحويل الغذائي في المبروك تحت ظروف الإنتاج المكثف جداً بالتغذية على العلف المحبب ٣,١ - ٤,٢ وعلى السور جم ٤,٩ - ٨,٥ وفي المزارع المكثفة مختلطة الأنواع على العلف المحبب ٢,٤٦ وعلى السور جم ٣,٢٢ .

٣ - الكفاءة الغذائية Feed efficiency

$$= \frac{\text{الزيادة في وزن الجسم (جم)}}{\text{الغذاء المستهلك (جم)}}$$

ويؤثر حجم السمك على الكفاءة الغذائية للاختلافات في نسبة مساحة سطح الجسم إلى وزن السمك باختلاف الحجم . فتكون الأسماك الأكبر حجماً أقل كفاءة غذائية عن الأحجام الأصغر عندما تكون الزيادة اليومية في وزن الجسم واحدة للحجوم المختلفة . كما تقل الكفاءة الغذائية بزيادة كثافة تخزين السمك إذ تؤدي إلى نقص النمو .

٤ - معدل كفاءة البروتين Protein efficiency ratio

$$= \frac{\text{الزيادة في وزن الجسم (جم)}}{\text{البروتين المستهلك (جم)}}$$

وتشير إلى كفاءة الاستفادة من البروتين الغذائي والتي تتأثر بحجم السمك ونوعه وتركيب الطليقة من الطاقة والبروتين ومصدر البروتين وكميته ومعامل هضمة إضافة إلى ظروف البيئة وحالة السمك الفسيولوجية

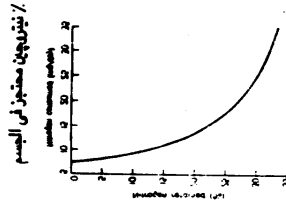
٥ - القيمة الإنتاجية للبروتين Protein productive value

$$= \frac{\text{إجمالي بروتين جسم السمك في نهاية تجربة نمو - بروتين جسم السمك في بداية التجربة}}{\text{البروتين المستهلك في التغذية في مرحلة التجربة}}$$

$$= \frac{\text{البروتين المخزن في الجسم}}{\text{البروتين المستهلك}} \times 100$$

وتقل كفاءة الاستفادة من البروتين للنمو بزيادة استهلاك البروتين في الغذاء كما يوضح ذلك الرسم

البياني التالي :



نيتروجين مستهلك في الغذاء (مجم / يوم)

علاقة كفاءة الاستفادة من البروتين في النمو باستهلاك البروتين

فهناك حد معين بعده لا يستطيع جسم السمك الاستفادة من كل بروتين العليقة في النمو فتخزن الزيادة في صورة دهن أو تستخدم كمصدر طاقة . ولما كانت الأسماك تاكل لإشباع احتياجاتها من الطاقة الميتابوليزمية ، فإن زيادة البروتين تعتبر فاقدا ، فمن المهم ائزان الطاقة مع البروتين لتعظيم إمداد البروتين اللازم للنمو .

٦ - كفاءة الطاقة Energy efficiency أو كفاءة الإنتاج الكلى Gross Production Efficiency أو كفاءة النمو الصافية

$$= \frac{\text{محتوى جسم السمك من الطاقة في نهاية تجربة نمو - محتوى السمك من الطاقة في بداية التجربة}}{\text{الطاقة المستهلكة في الغذاء في مرحلة التجربة}} \times 100$$

$$= \frac{\text{الطاقة المخزن في الجسم}}{\text{الطاقة المستهلكة}} \times 100$$

وكفاءة الإنتاج الصافي Net Production Efficiency عباره عن الطاقة المخزنة / (الطاقة المستهلكة - طاقة الروث) $\times 100$ (وتشير إلى الكفاءة التحويلية للغذاء في الحيوانات الأخرى) . وتقدر الطاقة المخزنة أو الإنتاجية في صورة قياس الطاقة بالحرق المباشر في مسعر حرارى أو بالحساب غير المباشر بضرب محتوى السمك من البروتين والدهن والكربوهيدرات في حرارة احتراقها الكامل أى $20,008$ ، $17,150,390,54$ على الترتيب وجمعها لتعبر عن محتوى طاقة السمك بالكليو جول / جم (أو في $4,80$ ، $4,100,9,45$ على الترتيب ككليو كالورى / جم) كطاقة صافية ، أو نمو في صورة طاقة محتجزة في كتلة الجسم على أساس الوزن الجاف خالى الرماذ .

٧ - النمو اليومي (متوسط) Average daily gain

$$= \frac{\text{متوسط وزن الجسم في نهاية التجربة - متوسط وزن الجسم في بداية التجربة}}{\text{مدة التجربة باليوم}}$$

٨ - معدل النمو النهوى (% / يوم) Specific growth rate

$$= \frac{\text{لوغاريتم الوزن النهائى - لوغاريتم الوزن الأولى}}{\text{مدة التجربة باليوم}} \times 100$$

إذ أن الاختلافات في أداء النمو بين الأسماك ترجع لدرجة كبيرة للاختلافات النوعية في خواص القناة الهضمية أى لكفاءة هضمه . تمثل الغذاء . وعموما فإنه بزيادة القيمة الحيوية لبروتين الغذاء يزيد معدل استفادة السمك من البروتين ، ويقل المفقود منه في صورة طاقة ، كما يوضح ذلك الجدول التالى (قيمة محسوبة لكل 100 مجم أزوت ممتص / يوم / 100 جم وزن جسم)

الاستفادة من الأوزن المتخصص			القيمة الحيوية لبروتين الغذاء %
حفظ	فقد طاقة	النمو	
١٢	٢٩	٥٩	٨٠
١٢	٣٩	٤٩	٧٠
١٢	٤٩	٣٩	٦٠
١٢	٥٩	٢٩	٥٠
١٢	٦٩	١٩	٤٠
١٢	٧٩	٩	٣٠

وقد قدرت القيمة الحيوية لبعض البروتينات في أسماك المبروك كالتالي :

صفار البيض الجاف ٨٩٪ كازين ٨٠٪ ، مسحوق سمك أبيض ٧٦٪ ، جبن قمع ٧٨٪ ،

مسحوق فول صويا ٧٤٪ ، خميرة بترول ٧٣ - ٧٩٪ ، مسحوق جلوتين ذرة ٥٥٪ .

ورغم عدم انخفاض القيمة البيولوجية للبروتينات النباتية كثيرا عنها للبروتينات الحيوانية ، إلا أن البروتين النباتي أقل تمثيلا Assimilation عن البروتين الحيواني ، فالبروتين النباتي أقل في كفايته في النمو لنقص أحماضه الأمينية كالميثيونين والليسين والسيستين واحتوائه على كربوهيدرات غير مهضومة فتقلل من كفاءة هضم وامتصاص البروتين . وتؤدي إضافة الكربوهيدرات مع الدهون إلى زيادة كفاءة الاستفادة من البروتين ، وقد لا تستفيد بعض الأسماك (كالبلطي والمبروك الفضي) من ارتفاع بروتين العلف المضغوط Pellets لأنها تتغذى أساسا طبيعيا حتى مع زيادة كثافتها في الأحواض ، ورغم ذلك يستخدم العلف المحبب تحت ظروف خاصة لمزارع البلطي لزيادة معدل إنتاجها .

ميتابوليزم الطاقة Energy Metabolism :

ليس كل الغذاء قابلا للهضم أو التمثيل الغذائي ، إذ يفقد جزء من طاقة الغذاء في الجزء غير المهضوم وغير الممثل (١٥ - ٢٠٪) ، أي أن جزءا من طاقة الغذاء فقط هو المتاح للنمو وليست كل طاقة الغذاء . وقبل النمو تغطي الأسماك احتياجاتها للتمثيل الأساسي (القاعدي - القياسي) والسباحة والنشاط الحركي النوعي (SDA) Specific Dynamic Activity كالطاقة اللازمة في نزع مجاميع الأمين Deamination من الأحماض الأمينية والطاقة المستهلكة في الهضم والتمثيل .

ولقد درست ميزانية الطاقة Energy Budget أو Bioenergetics في الأسماك أي علاقة طاقة الغذاء (وتجزئتها) بالطاقة المنصرفة متضمنة بعض المفاهيم كالطاقة الفسيولوجية النافعة Physiological useful energy وطاقة أكسدة الغذاء في أثناء الميتابوليزم (كطبيعة كيميائية طبيعية Stoichiometric Nature) ، والتي يمكن أن تؤدي إلى تقدير كمية الطاقة المتحررة في أثناء هذه الأكسدة

بقياس استهلاك الأوكسجين تحت ظروف مختلفة من درجة حرارة وأوكسجين واستفادة غذائية ونشاط وخلافه . لذا اقترح عديد من نماذج العلاقات للطاقة المتزنة والتي تحتوى مكونات الميتابوليزم المختلفة ، وأساسها جميعا أن الطاقة المأكولة (I) أو المستهلكة ينبغي أن تتحول إلى شكل أو آخر كنتيجة للميتابوليزم (M) والنمو (G) والإخراج (E) وعليه تكون المعادلة :

$$I = M + G + E$$

وتخضع عناصر ميزانية الطاقة للتحكم الإنزيمى والهرمونى والجينى ، وعليه فميزانية الطاقة حساسة للانتخاب الطبيعى . وتتضمن طاقة الميتابوليزم كل من طاقة معدل الميتابوليزم القياسى Standard Metabolism (الطاقة المكافئة لما يفرز فى ميتابوليزم السمك غير المغذى أى فى طور صيام وراحة) أوميتابوليزم الراحة ، والميتابوليزم الروتينى (عوم وأنشطة أخرى) ، وميتابوليزم التغذية (طاقة مطلوبة للهضم وحركة الجهاز الهضمى وتخزين الغذاء) . بينما النمو ينقسم إلى نمو جسمى وإنتاج الجاميطات (جنسى) فالتناسل يتطلب طاقة ، سواء فى إنتاج الجاميطات أو فى تطور مظاهر الجنس الثانوية من لون وصفات ظاهرية وإفراز الفرومونات Pheromones والمخاط اللازم للصق البيض أو بناء العش والهجرة للتناسل والدفاع عن البيض ورعايته ، فكل ذلك يطلب طاقة ، وزيادة الطاقة المطلوبة للتناسل تكون على حساب وفرة الطاقة اللازمة لحفظ الجسم ونموه ، إذ هناك من الأسماك ما يضع فى كل موسم تكاثر ٢ - ٣ مرات قدر وزن جسمه بيضا ، والبيض الجاف (المبيض) أو الخصى يحتوى فى المتوسط حوالى ٢٣ كيلو جول / جم (لعدد من أنواع الأسماك العظمية) . وقد يكون النمو (كطاقة) بالسالب أى فقد فى محتوى الطاقة وليس تخزينها وعليه تكون ميزانية الطاقة فى هذه الحالة (كما فى الصيام وسوء التغذية) : طاقة العليقة + الطاقة المفقودة من الأنسجة = طاقة النشاط الميتابوليزمى + طاقة الأزوت + طاقة الروث . بينما الإخراج يتضمن طاقة الروث (١٥ ٪ تقريبا من الطاقة المستهلكة يوميا) واليورديا والأمونيا والمخاط وخلايا البشرة المنسلخة (وتشكل ٣ - ٥ ٪ من الطاقة المستهلكة) . أى أن حوالى ٨٠ ٪ من الطاقة اليومية المستهلكة قابلة للاستخدام فى النمو والميتابوليزم ، ويطلق عليها الطاقة النافعة فسيولوجيا . وإن كان الأفضل وضع طاقة المخاط وخلايا البشرة تحت طاقة النمو وليس الإخراج ، وذلك كما فى إنتاج الجاميطات التى تعتبر صورة من صور الإخراج ، إلا أنها وضعت مع منتجات النمو . وعليه فإن استهلاك الغذاء (طاقة) يحول إلى طاقة بناء (A) وطاقة هدم (C) ، إضافة إلى الروث (F) كعلاقة تحكمها قوانين الديناميكا الحرارية ، إذ أن :

$$I = A + C + F$$

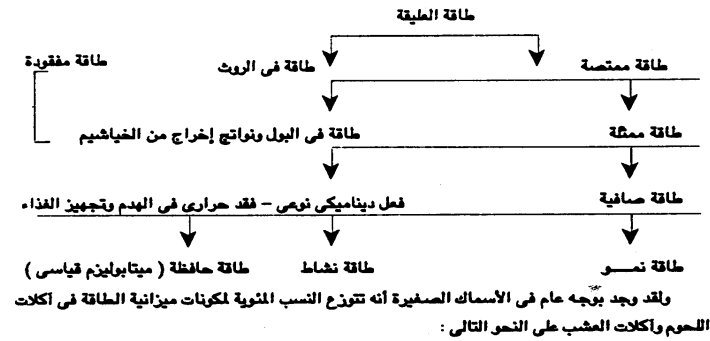
$$I - F = A + C$$

$$A + C = M$$

أو

أى

والبناء يشمل النمو الجسمي والجنسي (مناسل) ومنتجات الأنسجة المفقودة من سطح الجسم ، بينما الهدم يشمل الميتابوليزم القياسي والفعل الديناميكي النومي والنشاط الطبيعي وتمويض الأنسجة والأزوت الخارج . ويصور الرسم التالي منافذ طاقة الغذاء المأكول في الأسماك (ميزانية الطاقة) :



أكلات مشب	أكلات لحوم	مكونات ميزانية الطاقة
١٠٠	١٠٠	طاقة الغذاء
٤١	٢٠	طاقة الروث
(٥٩)	(٨٠)	(طاقة ممتصة)
٢	٧	طاقة البول
(٥٧)	(٧٣)	(طاقة ميتابوليزمية)
٣٧	٤٤	طاقة النشاط (تنفس)
٢٠	٢٩	طاقة النمو

ومنها يتضح فقر تحويل الغذاء في أكلات المشب لارتفاع الجزء غير المهضوم ، وارتفاع نسبة الفقد في النشاط الميتابوليزمي في كلا المجموعتين من الأسماك .

وإذا كان البناء Anabolism أو النمو يمكن تقدير طاقته بالحرق في مسعر أو حسابيا من محتوى الجسم من المغذيات المختلفة (بروتين وكربوهيدرات ودهون) ، فطاقة الهدم Catabolism في صور الإخراج Excretion المختلفة يمكن تقديرها بجمع البول بالقسطرة Catheterization لتقدير طاقته الحرارية أو بتقدير الأمونيا بالكثود الأمونيا (٣٤٧.٩ كيلو جول / مول أي ٥.٢٠٠ جول / مجم) أو لوني (أزرق الأندوفينول) وكذلك يجمع الروث لنفس الغرض ، وفي ذلك قد تستخدم غرف التنفس Respirometer لحساب اختبارات الطاقة وميزانها . أما الأشكال التنفسية في الهدم الميتابوليزمي فتشمل الميتابوليزم القياسي والنشاط والروتيني والفعل الديناميكي النوعي ، فبالنسبة للميتابوليزم القياسي يعنى للسماك معدل استخدام الطاقة ويحسب من استهلاك الأوكسجين على درجة حرارة معينة في وحدة الزمن والحيوان في حالة سكون وفي مرحلة ما بعد الامتصاص لعدم التأثير بالفعل الديناميكي النوعي للغذاء ، ففي هذه الحالة يستفيد الحيوان من الغذاء المدخر أي حالة هدم قياسية ، وفي السمك قد تستخدم غرف تنفس ونشاط Respiration / Activity chambers لوجود علاقة مابين النشاط واستهلاك الأوكسجين المستهلك عندما يكون النشاط مساويا للصفر . أما معدل الميتابوليزم النشط Active Metabolic Rate فيقدر في أثناء سباحة السمك ضد تيار ماء مقدر سرعته وذلك في أجهزة تنفس . أما الفعل الديناميكي النوعي فيرجع معظمه لميتابوليزم البروتين وبعضه للدهون والكربوهيدرات ويبلغ حوالي ١٤ ٪ من القيمة الحرارية للغذاء المأكول أو ١٧ ٪ من الطاقة الميتابوليزمية ، أي أن الفعل الديناميكي النوعي مكون هام في ميزانية طاقة التنفس خاصة في حالة ارتفاع درجة الحرارة (لزيادة المستهلك من الغذاء) وروتين الطليقة ، ويقدر بقياس الزيادة في استهلاك الأوكسجين عقب التغذية (١ مجم أوكسجين = ١٣.٦ جول) .

ويعبر الفعل الديناميكي النوعي (ميتابوليزم التغذية) عن الطاقة المستخدمة في أثناء الميتابوليزم وتحويل الغذاء لجزيئات أصغر سواء بالهضم للغذاء أو من الأنسجة والخلايا والأعضاء ، وتزج مجاميع الأمين من البروتينات وتخليق نواتج الإخراج الأزوتية إلى غير ذلك من عمليات النقل النشطة ، وكل هذه الاحتياجات لاتستمد من الغذاء المهضوم والممتص لكن من مخزون الجسم المتاح ، ويتوقف قدرة على كمية ونوع الغذاء ، وقد يطلق عليه التأثير الحراري للغذاء أو إنتاج الغذاء من الحرارة Heat increment (production) of food .

وقد يستخدم رسم القلب الكهربائي Electrocardiogram أو رسم العضلات الكهربائي Electromyogram للدلالة على استهلاك الأوكسجين الذي يرتبط بنشاط السمك (ضربات القلب أو انقباضات العضلات) . والميتابوليزم الروتيني Routine metabolism يعبر عن معدل الميتابوليزم في أثناء النشاط العادي . ومشكلة الميتابوليزم الروتيني والميتابوليزم النشط أنهما يعتمدان على تقديرات معملية تختلف كثيرا عن الظروف الحقلية سواء من حيث نوع الغذاء ودرجة الحرارة ووجود الكائنات الأخرى والظروف غير الطبيعية في الأجهزة المستخدمة . وتتوقف الاحتياجات الحافظة من الطاقة الميتابوليزمية على درجة حرارة الماء وحالة السمك ونوعه ووزنه ونشاطه وجودة الطليقة والتركيب الكيميائي للسمك ، وإذا لم تتعد

نسبة الطاقة الميتابوليزمية المطلوبة للحفاظ عن الطاقة الميتابوليزمية المتحصل عليها عن ٢٠٪ فإنه يمكن الحصول على نمو عال . فالنمو عبارة عن طاقة الغذاء المحتجزة في الجسم . والعلاقة قوية بين النمو والميتابوليزم والغذاء فلو توفرت بيانات عن معدل الميتابوليزم فإنه يمكن تقدير معدل النمو ومعدل استهلاك الغذاء . وعموما فإن استفادة السمك من طاقة مختلف المصادر الغذائية متباينة كثيرا بتباين أنواع الأسماك وظروفه البيئية والفسيولوجية . وعليه فلا توجد جداول بقيم الطاقة المستفادة من مكونات العلف للأسماك .

النسبة التنفسية (RQ) Respiratory Quotient :

وهي خارج قسمة ثاني أكسيد الكربون الناتج من التنفس على الأوكسجين المستهلك في التنفس ، وقيمتها ١.٠ ، ٧١.٠ ، ٩٦.٠ . للكربوهيدرات والدهون والبروتين على الترتيب .

وهي صعبة التقدير في الأسماك لصعوبة أستمرا قياس الأوكسجين الذائب ، إلا أنها تعطي مؤشرات عن التركيب الكيميائي للمواد المنتجة للطاقة الممتدة في الحيوان . أي أنها مرتبطة بكميات الطاقة المتحررة في أثناء الأكسدة . وقد وجد أن الأسماك تتشابه مع الحيوانات الثديية في قيم الحرارة الناتجة من أكسدة كل من الكربوهيدرات (٢١.٠٩ كيلو جول / لتر أوكسجين) والدهون (١١.٦٢ كيلو جول / لتر أوكسجين) بينما قيم البروتين (١٩.١٦ كيلو جول / لتر أوكسجين) أقل قليلا مما هو للثدييات (٢٠.١٧ كيلو جول / لتر أوكسجين) أي ١٤.٧٦ ، ١٣.٧٢ ، ١٣.٣٦ كيلو جول / جم أوكسجين في حالة الكربوهيدرات والدهون والبروتينات على الترتيب . وقد يستخدم مكافئ طاقة عام مفترض (لعدم معرفة المادة المأكدة) ١٣.٥٥ جول / مجم أوكسجين . وتقدر النسبة التنفسية في أجهزة التنفس Respirimeters وتقيد في معرفة تركيب المواد الميتابوليزمية الناتجة وتحسب طاقتها . وإن تباينت قيم النسبة التنفسية كثيرا بين الأسماك على أي مستوى ميتابوليزم مما يؤدي إلى تشويش confusing معلومات ميتابوليزم السمك المحسوبة على أساس النسبة التنفسية .

وعصوما فقد وجد ارتباط شديد بين معدل الميتابوليزم (استهلاك الأوكسجين) ومعدل بناء البروتين ، فهناك علاقة بين استهلاك الأوكسجين والزيادة في الوزن الجاف والزيادة في البروتين الجسمي .

كما يرتبط معدل استهلاك الأوكسجين بالتغذية ، إذ يزيد بعد التغذية (لارتفاع النشاط الحركي للمعدة والأمعاء ولحركة السمك) ثم يقل إلى مستوى الراحة ، وترتفع زيادة استهلاك الأوكسجين بزيادة استهلاك الغذاء خاصة بارتفاع بروتين الطليقة لزيادة فترة الفعل الديناميكي النوعي . ولذلك يوصى في حالة نقص الأوكسجين أن يخفض من مستوى التغذية وأن تقدم التغذية في ساعات الصباح حيث تنخفض درجة الحرارة فيقل الاحتياج للأوكسجين .

ولحساب وزن الجسم الميتابوليزمي يستخدم معامل كليبر Kleiber Coefficient ٠.٧٥ . لوزن الجسم بالكيلو جرام لنوات الدم الحار ، بينما في الأسماك يتوقف على حجم السمك وحالته الغذائية وقد قدر في عدة أنواع على أنه ٠.٨٨ .

ولقد طورت موازين التنفس أو غرف الميتابوليزم كثيرا ، ومنها ما يتسع لصغار الأسماك أو للبالغ منها .

ومنها ما يشكله أنبوبى دائرى أى إسطوانى أو فى شكل متوازى مستطيلات ، ومنها ما يسمح بحركة السمكة ، ومنها ما يجعل السمكة فى حالة راحة وثبات ، وفيها يقدر استهلاك الأوكسجين والغذاء وإخراج الأمونيا وثانى أكسيد الكربون والروث ، ومنها يتعرف على الميتابوليزم بأنواعه (الأساسى ، النشاط ، الفعل الديناميكى النوعى ، النمو وموازين الطاقة والنيتروجين) .

فمن استهلاك الأوكسجين يقدر الفقد فى الجسم (بالصيام أو سوء التغذية) أو النمو وكذلك الفقد الحرارى المختلف ، والآخر يمكن تقديره كذلك بمعلومية استهلاك الأوكسجين والخارج من كل من ثانى أكسيد الكربون والأمونيا كالتالى :

إجمالى الفقد الحرارى بالجول = ١١,٩٨ (استهلاك الأوكسجين مجم) + ٢,٦١ (ثانى أكسيد الكربون الناتج مجم) + ٩,٥٥ (الأمونيا الناتجة مجم)

وأيضا من استهلاك الأوكسجين يمكن تقدير الفقد فى صورة أمونيا لأن كل مجم أوكسجين يستهلك لأكسدة البروتين يصاحبه ٢,٧ جول فقد فى الأمونيا ، فلو قدر الأوكسجين المستهلك فى أكسدة البروتين بالمليجرامات وضربت فى ٢,٧ نحصل على الطاقة المفقودة فى الأمونيا بالجول (ويقسمتها على مكافئ طاقة الأمونيا ٢٠,٥ جول نحصل على كمية الأمونيا بالمليجرامات) .

العوامل المؤثرة على احتياجات السمك من الطاقة :

مما سبق يتضح أن هناك عوامل عديدة تؤثر على الاحتياجات من الطاقة ، نوجزها فى التالى :

- ١ - عوامل متعلقة بالسمك : فالأسماك آكلة اللحوم لها احتياجات أعلى (من أكلة العشب) للطاقة وأسماك المياه الدافئة معدل ميتابوليزمها أعلى عنه فى أسماك المياه الباردة والأسماك الأصغر حجما (وصغرا) لها مسطح ميتابوليزمى أكبر مما فى الأسماك الأكبر مما يستلزم احتياجات للطاقة أعلى لارتفاع معدل ميتابوليزمها عنة فى الأسماك الأكبر ، وكلما ازداد نشاط السمك تزيد احتياجاته للطاقة لزيادة معدل تنفسه ، وبالنشاط الجنس تزداد احتياجات الطاقة .
- ٢ - عوامل متعلقة بالبيئة : فارتفاع درجة الحرارة يزيد من استهلاك العلف والأوكسجين لارتفاع معدل الميتابوليزم ، وارتفاع مستوى التغذية ومحتوى العليقة من البروتين يزيد من فقد الطاقة والحاجة إليها ، وأيضا وجود الضوء يزيد الطاقة فى نشاط السمك ، كما أن شدة تيارات المياه أو ركود الماء وقلوه وخفض الأوكسجين والتلوث الموضوى ، كلها صور للضغط المؤثرة على السمك واحتياجاته للطاقة .

ولقد أمكن حساب الطاقة المهضومة والميتابوليزمية بمعلومية التحليل الكيماوى للعليقة من العلاقات التالية :

الطاقة المهضومة بالكيلو جول = ٢٤,٧ × بروتين العليقة + ٣٦,٤ × دهون العليقة + ١٦,٧ × كربوهيدرات العليقة .

الطاقة الصافية بالكيلو جول = ١١,٣ × بروتين العليقة + ٤٤,٧ × دهون العليقة + ١٢,٥ × كربوهيدرات العليقة .

تكوين علائق الأسماك :

تعد الأسماك من بين الحيوانات الأكثر كفاءة في تحويل الغذاء إلى بروتين حيواني، مما يجعل للأسماك مكانة هامة في تغذية الإنسان ، خاصة وأن الأسماك احتياجاتها الحافظة ضئيلة نسبياً (لتماثل درجة حرارة أجسامها مع درجة حرارة الماء) فالتراوت يحتاج لتمثيلة الاساسى ٥٥ كيلو جول / كجم وزن حتى بينما الخنوص يتطلب ٢٩٣ كيلو جول / كجم وزن جسم أى أن السمك يتطلب حوالى سدس ما يتطلبه الخنزير من طاقة حافظة مما يجعل السمك أكثر كفاءة غذائية .

ولتكوين علائق السمك يستلزم الأمر معرفة الاحتياجات الغذائية ، معاملات الهضم، والطاقة الميتابوليزمية لمواد العلف ، فيمكن حساب تركيبات العلائق التي تواجه احتياجات السمك من البروتين والطاقة باستخدام مواد العلف المتاحة لإنتاج علائق جيدة باقل تكلفة ممكنة. وتستخدم في ذلك الطرق الحسابية أو الحاسبات الآلية المبرمجة بمواد العلف المتباينة المتاحة وأسعارها وتركيبها الكيميائى ، واحتياجات السمك من المغذيات المختلفة في العليقة.

وفي كثير من الدول الآسيوية كالفيتنام والاندونيسيا والغلبين تدخل مخلفات الأرز (رجيع ، كسر ، حرمة) كأساس في العلائق المختلفة للأسماك في المياه الدافئة ، ويتم إنتاجها في صورة مكعبات يخلطها مع الماء (٦٠٪) أو طبخها ثم تكعبها، وقد تنتجها مضارب الأرز في صورة مساحيق ويقوم المزارع بترطيبها قبل تقديمها للأسماك ، ويفضل رجيع الكون غير المستخلص عن المستخلص حيث إنه أكثر ثباتاً في الماء.

وفيما يلي نماذج لبعض علائق الأسماك التي تعتمد على مخلفات الأرز :

المكونات	العلائق					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
رجيع كيون	٤٩,٥	٥٤,٥	٦٠	٦٩	٧٧,٥	٧٩,٥
كسب فول سودانى	٤٨	٣٤	٢٤	-	-	-
مسحوق دم	-	-	-	-	-	١٨,٥
مسحوق سمك	-	١٠	١٥	٣٠	٢١	-
مسحوق عظام	١,٥	٠,٥	-	-	٠,٥	١
أملاح معدنية	١	١	١	١	١	١

وتوضع العلائق في ١ - ٢ موقع / فدان من مساحة المزرعة . وكل موقع بمساحة ١ م^٢ تحت سطح الماء بحوالى ٥٠ سم ، ويملأ عن قاع الحوض بمسافة ٢٠ - ٣٠ سم ، وذلك بنسبة ٢ - ٥ ٪ من الوزن الحى حسب درجة حرارة الماء، وذلك على عدة وجبات **يومية** .

التداخلات الغذائية Nutritional Interactions :

تتداخل المغذيات المختلفة معاً في الوظائف الميتابوليزمية مما يستلزم توفير الاتزان الغذائي في علائق الأسماك لمنع سوء التغذية التي قد تسببها التداخلات المضطربة مع المغذيات الأخرى . ومن العوامل المؤثرة على التداخل بين المغذيات .

١ - تركيب العليقة.

٢ - تجهيز العليقة.

٣ - عمر ونوع السمك.

٤ - العوامل البيئية .

ويمكن تقسيم هذه التداخلات الغذائية في ميتابوليزم السمك إلى :

١ - تداخلات فيتامينات / فيتامينات.

٢ - تداخلات فيتامينات / معادن.

٣ - تداخلات معادن / معادن.

٤ - تداخلات مغذيات دقيقة / مغذيات كبيرة أو مكونات غذائية أخرى .

أولاً : تداخلات الفيتامينات مع الفيتامينات :

مثل تداخل فيتامين (B12) وحمض الفوليك ، فنقص أى منها يؤدي إلى أنيميا تكون فيها خلايا الدم شاذة منكسرة fragmented ومتجعدة wrinkled وغير ناضجة immature وتسمى هذه الحالة Indistinguishable macrocytic megaloblastic anemia . إذ يؤدي نقص فيتامين (B12) إلى خفض مستوى نشاط إنزيم تخليق الميثيونين وبالتالي نقص وظيقي للفولات . والنقص المركب في كلا الفيتامينين في السمك تأثيره متضاعف في إظهار الأنيميا بسرعة وبشدة . كذلك تداخل حمض الأسكوربيك وفيتامين (E) ، إذ بينهما فعل تعاوني Synergistic في منع أكسدة الليبيدات في الأسماك . فيمكن أن يكون لفيتامين (C) فعل اندخاري لفيتامين (E) في الأنسجة والاحتياجات ، كما لوحظ نقص مستوى فيتامين (E) في الأنسجة والبلازما في حالة نقص فيتامين (C) ، إذ يعمل حمض الأسكوربيك على حماية فيتامين (E) في الغذاء وفي أنسجة السمك . وإن نفت نتائج الأبحاث الحديثة هذا التداخل بين الفيتامينين في القراميط والتراوت.

ثانياً : تداخلات الفيتامينات والمعادن :

ترتبط بروتينات بكل من الحديد وكوبالت والسيفيرول والكالسيوم في خياشيم السمك مما يدعو للإشارة لوجود علاقة لهذا المشتق الفيتاميني في امتصاص كالسيوم الماء في السمك . ودلت الأبحاث

الحديثة على أن الأسماك تحتوي على نفس مشتقات فيتامين (D) كما في الحيوانات الأرضية ، وأن فيتامين (D3) و ١٠٥ - ٢٥ دى هيدروكسي كوليكالسيفيرول تشجع امتصاص الكالسيوم في أسماك الثعالب والسمك الذهبي ، وأنها تزيد كالسيوم الدم عند حقنها في السمك ، وتؤثر كذلك في غدة Ultimobranchial (المفرزة لهرمون الكالسيتونين) وجسيمات Stannius (المفرزة لهرمون الهيپوكالسين) بما يدعو إلى خفض امتصاص الكالسيوم بواسطة الخياشيم وربما كذلك من الأمعاء . ويؤدي حقن البلطي الموزمبيقى بالدى هيدروكسي كوليكالسيفيرول إلى معدنه العظام ، كما لوحظ ضعف عضلات التزاوج بنقص فيتامين (D).

وبين فيتامين (E) والسليسيوم فعل مشترك في تغذية الأسماك ، فكلهما يعملان على حماية الأغشية البيولوجية من أكسدة الليبيدات من خلال إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز (بفعل السليسيوم) وإزالة الأصول الحرة (بفعل فيتامين E) في علائق التربيّات والقرويط . ويؤثر نوع السمك وعمره على هذا التداخل، ونظراً لارتباط احتياجات السمك من فيتامين (E) بمستوى دهن العليقة وحالته (أكسدته) ودرجة حرارة الماء ، فهذه العوامل بالتالي تؤثر على تداخل فيتامين (E) والسليسيوم في السمك.

وبين حمض الأسكوربيك ونحاس الماء تداخل ، فقد لوحظ أن سمية نحاس الماء واحتجازه في الأنسجة يتأثران بكمض أسكوربيك عليقة المبروك والتزاوج. وهذا عكس الوضع بالنسبة لنحاس العليقة ، إذ لا يوجد أي تأثير ملموس بين حمض الأسكوربيك ونحاس العليقة سواء في امتصاصه أو إخراجه.

ونقص حمض الأسكوربيك في العليقة يخفض مستوى الحديد في السيرم وكذلك يخفض من الهيموجلوبين والهيماتوكريت في القراميط والتزاوج وأسماك رأس الأفعى ، أي هناك تداخل بين فيتامين (C) وميتابوليزم الحديد في السمك (وليس حديد الغذاء) . إلا أن زيادة حديد العليقة يخفض بشدة من تركيز فيتامين (C) في الكبد والكلى للتزاوج وربما يرجع ذلك إلى تأثير الحديد على تزنخ العليقة وعدم ثبات حمض الأسكوربيك بها وليس لتداخل بين الفيتامين والحديد مباشرة .

ثالثاً : تداخلات المعادن بالمعادن :

١ - كالسيوم - فوسفور :

يمكن لكالسيوم الماء أن يمتص بسهولة عبر خلايا الخياشيم للسمك ، فقد قدر أن كلا من المبروك والتربيّات يمكنها بسهولة استخلاص الكالسيوم من الماء المحتوى ٥ - ٢٠ جزء / مليون كالسيوم . وقد حسب تركيز كالسيوم العليقة بما لا يزيد عن ٢ - ١٠ ٪ من إجمالي الكالسيوم المستهلك للسمك ، وأنه عموماً يفتقر سوء امتصاص كالسيوم العليقة . لذلك فمن الصعب إحداث حالة نقص كالسيوم في السمك ، ولم تسجل أعراض نقص كالسيوم في المبروك أو القراميط ، لذلك لا يدهش أن يلاحظ أن احتياجات الكالسيوم لكلا النوعين من السمك أقل كثيراً عن احتياجات الحيوانات المستأنسة الأخرى والتي تتراوح ما بين ١ و ٢٧ ٪ من العليقة

وعلى عكس الكالسيوم ، فإن معدل امتصاص فوسفور الماء ٠.٠٠١ فقط من ذلك المعدل لكالسيوم

الماء في السمك ، علاقة على أن مستويات فوسفور الماء منخفضة جداً (أقل من ٠.٠٠٢ جزء / مليون). وهذا هو أول عامل غذائي محدد في البيئة المائية . لذلك فإن احتياجات السمك من الفوسفور ينبغي أن تشبع كلية من الطليقة . وتبلغ احتياجات الفوسفور ٠.٢٩ - ٠.٨٠ ٪ في الطليقة حسب نوع السمك .

وهناك حقيقة أن كالسيوم الماء يمكن امتصاصه بسهولة من الماء ربما عند عدم ضبط النسبة المثلى بين كالسيوم وفوسفور الطليقة لمعظم أنواع السمك . وإن تعددت التقارير التي تشير إلى عدم تأثير مستوى كالسيوم الطليقة على احتياجات الفوسفور للقراميط والمبروك والتلوث . ورغم ذلك فتشير التقارير إلى وجود نسبة مثلى بين الكالسيوم والفوسفور في علائق أسماك معينة كالتلوث (١ : ١) ، وفرغ البحر الأحمر (١ : ٢) (٠.٣٤ : ٠.٦٨ ٪) ، والحشاش (١ : ٢) (٠.٣٤ : ٠.٦٨ ٪) .

ورغم عدم معرفة أسباب الاختلافات هذه بين الأنواع ، فإنه يبدو أن نوع السمك وعمره وتركيبه الطليقة وكيمياء الماء كلها تؤثر في الاحتياجات من المعدن والنسبة بينهما . وفي بحث حديث أشار إلى أن نسبة امتصاص الفوسفور في القناة الهضمية للمبروك تتأثر بمحتوى الطليقة من الكالسيوم ، فزيادة كالسيوم الطليقة (١ - ٢.٦٥ ٪) تخفض نسبة امتصاص الفوسفور (محتوى الطليقة من الفوسفور ٠.٦٤ ٪) من ٩٨ ٪ إلى حوالي ٧٧ ٪ . ولكن عموماً يصعب تقدير معامل امتصاص الفوسفور ، كما أن مثل هذا الانخفاض المفروض أن يؤثر في النمو والاستجابة الفسيولوجية للسمك .

ب - ماغنسيوم - كالسيوم ، ماغنسيوم - فوسفور :

عرفت نسب الماغنسيوم إلى الكالسيوم ، والماغنسيوم إلى الفوسفور في تغذية الطيور والثدييات ، وعلى أساس هذه النسب فيبدو أن احتياجات الماغنسيوم للحيوان تتوقف على تركيز الكالسيوم والفوسفور في الطليقة . وتتباين احتياجات ماغنسيوم الأسماك (٠.٠٤ - ٠.١٢ ٪) في الطليقة على حسب نوع السمك . وكما هو في الحيوانات المستأنسة ، فإن نقص الماغنسيوم يؤدي إلى تكلس الكلى Nephrocalcinosis or renal calcification .

وعلى أي الحالات لا يوجد ما يشير إلى زيادة احتياجات السمك من الماغنسيوم بزيادة كالسيوم أو فوسفور الطليقة ، وذلك قد يرجع إلى الحقيقة أن الأسماك يمكنها بسهولة امتصاص بعض معادن الماء . فربما كان امتصاص ماغنسيوم الماء كافياً لزيادة الاحتياجات من هذا المعدن عند وجود تلبية في مستويات كالسيوم وفوسفور طليقة السمك .

ج - نحاس - زنك :

يوجد تداخل بينهما في تغذية الطيور والثدييات ويعتقد أنها علاقة تضاد antagonists لتشابه طبيعتهما من حيث التكافؤ ، مما يسمح لهما بالتنافس للارتباط بالبروتينات المشتركة في امتصاص المعادن وتخليق الإنزيمات المعدنية Metalloenzymes . والمعروف عن هذا التداخل أنه في السمك قليل . فقد اقترح وجود علاقة تضاد بين الزنك والنحاس في التلوث ، خاصة في العلائق التي يعاق امتصاص الزنك

منها . وهذه العلاقة لم يثبت وجودها عند استخدام علائق محتوَاها من النحاس تراوح ما بين ١٥ - ١٥٠ مجم / كجم بنسبة ١ : ١٠ : ٤ : نحاس : زنك ، وأيضاً زيادة نحاس العليقة حتى ٦٦٤ مجم / كجم لم يؤثر على مستوى زنك الأنسجة في التلوث قوس قزح . وعلى هذا فعلى الأقل لا توجد علاقة التضاد في التراوت قوس قزح بين النحاس والزنك ، فلم يتنافس العنصران على نفس الارتباط للامتصاص في القناة الهضمية للسماك . فقد يمكن إثبات أن التراوت ربما ببساطة تأقلم على زيادة نحاس العليقة وتضاده بالزنك بزيادة امتصاص زنك الماء . عموماً فإن وجود نقص الزنك في السمك ربما يشير إلى أن امتصاص زنك الماء عبر الخياشيم عادة غير كاف لإشباع احتياجات السمك من الزنك .

د - سلتنيوم - نحاس :

أهم دور للسلتنيوم أنه أحد مكونات إنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز (GSH - Px) ومن ثم فيعرف بأنه مضاد أكسدة . وقد أشارت مختلف الدراسات كذلك لوظائف السلتنيوم البيولوجية الأخرى . والسلتنيوم يتداخل مع عدد من المعادن كالزئبق والكبريت والزنك والزنثيق والكادميوم . وبعض هذه التداخلات لها فعل مضاد أو معقدة جداً كما في حالة تداخل السلتنيوم والزنثيق .

وتوجد علاقة موجبة قوية بين سلتنيوم ونحاس الكبد في التلوث والسالمون كما ثبت وجود علاقة ميتابوليزمية بين سلتنيوم العليقة ونحاس الماء في التراوت، حيث كل من العنصرين يبدو تغييره لسمية الآخر، وما زالت كيفية خفض السمية وهذا التداخل غير مفسرين . وتسبب مستويات ميتالوثيونين الكبد Liver Metallothioneine لمستويات نحاس الماء ، ولا تتأثر بالمعدلات الغذائية بالسلتنيوم في التراوت . وهذا يشير إلى أن زيادة تحمل التراوت للنحاس عند ارتفاع سلتنيوم علائقها لم يبد رجوعه إلى زيادة تخليق الميتالوثيونين . ولم تظهر تأثيرات معنوية للمعاملات علي نسبة وزن الكبد Liver : body weight (L B W) ration (وزن الكبد / وزن الجسم × ١٠٠) . ولا على محتوى زنك الكبد للتراوت . وقد لوحظ تكلس الكلى Renal calcinosis في حوالي ٧٧ ٪ من التراوت المغذى على طليقة مرتفعة السلتنيوم عند مستوى نحاس ٤ . ٠ ميكروجرام / لتر ماء ، وانخفضت نسبة هذه الإصابات إلى ١٥ ٪ في السمك المغذى نفس العليقة عند ارتفاع نحاس الماء إلى ١٢٧ ميكروجرام / لتر . ولوحظت حبات النحاس في خلايا الكبد للسمك المربى على مستوى عال من سلتنيوم الغذاء على مستوى نحاس ماء ١٢٧ ميكروجرام / لتر . أي أن تداخل السلتنيوم والنحاس يخفف من وفرة السلتنيوم والنحاس (النشاط ميتابوليزميا) في السمك . والعلاقة الموجبة بين سلتنيوم ونحاس الكبد يعتقد أيضاً أنها نتيجة ارتباط المعدن معا لتكوين معقد سلتنيوم - نحاس ، وإذا كان هذا الفرض سليماً فإن هذا التداخل يكون له آثار أبعد من مجرد التأثير على سمية النحاس والسلتنيوم في السمك مثلاً إذا كانت مستويات نحاس الماء عالية لكن غير سامة ، فينبغي إحداثها نقص سلتنيوم في السمك حتى ولو كان مستوى سلتنيوم العليقة طبيعياً أو كافياً . وهذا ربما يفسر بعض الاختلافات بين الأنواع الملاحظة نتيجة تداخل فيتامين (E) والسلتنيوم في السمك .

رابعا : تداخل المغذيات الصغرى - تركيب العليقة :

1 - الثيامين - كربوهيدرات :

عوامل تركيب العليقة كجودة وكمية البروتين ومصدر ومحتوى الطاقة يمكن أن تؤثر معنوياً على الاحتياجات والميتابوليزم لمعظم المغذيات . وبالنسبة للثيامين ، فإنه معروف في تغذية الحيوانات الأليفة ، إن الدهن والبروتين يظهران تأثيراً موقراً للثيامين عند إحلالها محل الكربوهيدرات في العليقة بنفس القيمة الحرارية . وعند دراسة تداخل الثيامين بتركيب العليقة (عالية الكربوهيدرات وعالية الدهن) في التراوت ، فلم يلاحظ أى تأثيرات معنوية لتركيب العليقة على احتياجات الثيامين ، ولا على نشاط إنزيمات الترانس كيتولاز في الكلى والكبد ولا على مستويات بروتينات ولاكتات البلازما . لكن ظهر تأثير مرتبط بنوع ووقت ظهور أعراض نقص الثيامين . فالتراوت المغذى على عليقة خالية من الثيامين وعالية الكربوهيدرات أظهرت أعراض النقص والنفوق بسرعة عن المغذاة على عليقة خالية الثيامين مرتفعة الدهن . أى أن ارتفاع كربوهيدرات العليقة له أثر أسرع من ميتابوليزم الثيامين في الترواوت ، رغم عدم مقدرة قياس ميتابوليزم الثيامين المتزايد بالمقاييس الفسيولوجية المستخدمة لقياس حالة الثيامين في التراوت ، وقد لوحظ أخيراً أن مستوى بيروفوسفات الثيامين (TPP) في أنسجة التراوت تعطى تقديراً أدق لحالة الثيامين في التراوت عن المقاييس الأخرى مثل الترانس كيتولاز في الأنسجة .

ب - بيريدوكسين - بروتين :

يرتبط ميتابوليزم البيريدوكسين (فيتامين B6) ببروتين الغذاء أو ميتابوليزم الأحماض الأمينية في الحيوان ، فزيادة بروتين الغذاء تزيد الاحتياجات من فيتامين (B6) . ولتوقع زيادة احتياجات السمك من فيتامين (B6) لزيادة احتياجاتها البروتينية من معظم الحيوانات الأليفة الأخرى . وكما هو في الحيوانات الأخرى ، فنقص فيتامين (B6) يؤدي إلى نقص نشاط الإنزيمات الناقلة لمجاميع الأمين aminotransferases (GOT & GPT) في العضلات والكبد والبلازما في السمك . ورغم زيادة الاحتياجات من البروتين الغذائي للسمك ، فإن احتياجات السمك من فيتامين (B6) يبدو أنها ليست أعلى عنها للحيوانات الأليفة الأخرى .

وقد أظهرت أسماك التراوت أعراض نقص للبيريدوكسين في فترات قصيرة جداً من الزمن عند تغذيتها على علائق مرتفعة البروتين عنه عند تغذيتها على مستوى بروتين منخفض ، مما يشير إلى أن السمك المغذى على علائق مرتفعة البروتين (عن توصيات مجلس البحوث القومي NRC) تتطلب احتياجات أعلى من فيتامين (B6) ، وإن لم تظهر هذه العلاقة في أسماك السالمون . وقد يرجع ذلك إلى انخفاض بروتين العذيق المستخدمة (عن NRC) ، وهذا قد يفسر الاختلاف في النتائج وهذا يتطلب مزيداً من الدراسة ، خاصة على الأنواع التي تتطلب مستوى عالياً من بروتين العليقة (خاصة في عليقة البادى starter-type diet عنه في علائق النمو والحفظ) ونظراً لارتباط فيتامين (B6) في الحيوانات

الأيكة بجودة بروتين العليقة ، فإنه في حالة تغذية السمك على مسحوق سمك أو بروتين نباتي فقد تختلف الاحتياجات من هذا الفيتامين . كما أن تجهيز العلائق ربما أيضاً يؤثر على جودة البروتين مما يرجع تأثير نوع عمليات تجهيز وتصنيع العلائق على احتياجات السمك من هذا الفيتامين.

ج - فيتامين (E) - الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع :

هناك علاقة ثابتة واضحة بين احتياجات فيتامين (E) والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع في الحيوانات الأليفة . بينما في تغذية السمك ، فإن احتياجات فيتامين (E) في حالة العليقة منخفضة الدهن أو الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع يبدو أنها تتوقف على نوع السمك . وعموماً فقد لوحظ أن درجة عدم التشبع في الدهن للعليقة تؤثر على مستوى فيتامين (E) في أنسجة التراوي. كما لوحظت أعراض نقص فيتامين (E) بشدة في التراوي المغذى على زيت سمك مقارنة بدهن الخنزير. وعليه فليس غريباً أن يسجل زيادة الاحتياجات من فيتامين (E) (كما لوحظ كذلك من تجارب على الحيوانات الأليفة الأخرى) بزيادة مستوى الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع في العليقة . وقد يرجع ميكانزم هذا التداخل إلى إفتراس الفعل الفسيولوجي المضاد للأكسدة لفيتامين (E) بارتباطه بالأغشية ، وهذا الافتراض ثم التأكد منه في التروث بتغذيته على علائق بها ١٠ ٪ دهن وتحتوى مستويات مختلفة من فيتامين (E) ولوحظت أعراض نقص فيتامين (E) في السمك (سوء تغذية عضلية ، تحلل الدم ، إذالة صبغات الجلد ، وغيرها) ، وتماثلها مع أعراض نقص الأحماض الدهنية الأساسية في السمك . ولما كان فيتامين (E) يمنع أكسدة الدهن ، فليس غريباً أن تتشابه أعراض النقص لكل من الأحماض الدهنية الأساسية وفيتامين (E) في السمك ، مما يشير إلى اشتراك فيتامين (E) في ميتابولزم الدهون . والحديث كذلك أن احتياجات فيتامين (E) تزيد للسمك بانخفاض درجة الحرارة عن درجة الحرارة البيئية القياسية النوع ، كما يمكن لانخفاض درجة الحرارة أن تؤثر على تركيب الأحماض الدهنية والميتابولزم في السمك ، مما يحتمل معه أن تتأثر كذلك تداخلات فيتامين (E) والأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع بانخفاض حرارة الماء عن حرارة البيئة القياسية .

د - زنك - كالسيوم - فيتامينات :

يتأثر المتاح بيولوجيا من الزنك Bioavailability of Zinc في علائق الحيوانات بتركيب العليقة (محتوى الكالسيوم والفيتات ، مصدر البروتين) ، تجهيز وتصنيع العليقة . بينما في السمك فالمعلومات قليلة لأن إمداد السمك بالزنك في العليقة شيء أساسي : لأن امتصاص الزنك من الماء يبدو عدم كفايته لتغطية احتياجات الزنك.

أشهر عرض لنقص الزنك في السمك (تراوت) هو ظهور إظلام عدستى العينين bilateral cataracts ، وتزداد حدة أعراض نقص الزنك بخلط العليقة بمخلوط معادن إضافية (للإمداد بفوسفات كالسيوم ، فوسفات صوديوم ، بيكربونات صوديوم ، كربونات بوتاسيوم) . لقد كانت المعادن السائدة في

هذا المخلوط هي الكالسيوم والفوسفور ، والتي يقترح مسئوليتهما عن إثارة خفض المتاح بيولوجيا من الزنك، وقد ثبت ذلك بالفعل في التراوت. والميكائزم المقترح لهذا التداخل هو تكوين راسب غير ذائب من الكالسيوم والفوسفور والزنك يعمق امتصاص الزنك . إلا أن زيادة مستوى أى من كالسيوم أو فوسفور الطليقة كل على حدة لا يحدث نقص الزنك ولا يكون مياه العين (عتامة عدسة العين) . ويبدو أن هناك عوامل غذائية أخرى ينبغي وجودها لإحداث نقص الزنك في السالمونات .

إن وجود الفيتات في علائق التلوث بتركيز ٥٠٠٠٪ لا يبدو له تأثير على المتاح من الحديد والزنك ، وإن انخفاض النمو مقارنة بالتراوت غير المغذى على فيتات .

ولكن الأبحاث الأحدث وجدت أن زيادة مستويات الفيتات تخفض بمعنوية الإتاحة البيولوجية للزنك في السالمون ، وإن لم تظهر مياه العينين إلا على المستويات العالية من الفيتات (٢٠٠٨٪) ، وهي أعلى كثيراً من المستوى الطبيعي (٥٠٠٪) في علائق السمك. وزيادة كالسيوم (١٠٥٪) الطليقة يثير تأثيرات فيتات الطليقة على إتاحة الزنك بيولوجيا وتكوين مياه العين في السالمون ويبدو تكوين معقد من الكالسيوم والزنك والفيتات في القناة المعوية للأسماك وبهذا تنخفض إتاحة الزنك البيولوجية .

إن علائق السمك العملية المحتوية على ١٠١٪ فيتات تتطلب إضافات من الزنك ١٥٠ مجم / كجم طف، حتى ولو كان زنك الجسم (٥٤ مجم / كجم) أعلى من احتياجات السمك (قرايمط) من الزنك (٢٠ مجم / كجم طليقة) ، لأن فيتات الطليقة (١٠١٪) يؤثر سلبياً على المتاح بيولوجيا من الزنك في علائق القرايمط.

الفصل الرابع أجهزة التنفس والإخراج Respiration and Excretion Systems

التنفس

ويقصد به التبادل الغازي بين الماء (أو الهواء) وسوائل الجسم ويطلق عليه التنفس الخارجي، ثم التبادل الغازي ما بين سوائل الجسم والخلايا المختلفة ويطلق عليه التنفس الداخلي، وذلك للقيام بعمليات الأكسدة البيولوجية في الخلايا - ويطلق عليها التنفس الخلوي. والتنفس تقسم به في الأسماك عدة أعضاء هي :-

١ - الرئة :

هناك أسماك ثنائية الرئة Lepidosireniformes إفريقية وأمريكية جنوبية متطورة للمعيشة في المستنقعات شديدة الانخفاض في الأوكسجين، إذ لها القدرة على استخدام أوكسجين الجو، فخيائشيمها مخترقة وغير نشطة نسبياً، ويجفاف المستنقعات تتمكن هذه الأسماك من التشرنق بالمخاط في حفرة في القاع الطيني وتكمن بداخلها عدة شهور دون نشاط لحين سقوط الأمطار حتى ولو بعد ٤ سنوات. وهناك أسماك رئوية ثانوية Dipnoi لها رئة واحدة تنتشر في استراليا وهي من نوع *Neoceratodus fosteri*، وهي تستطيع الاستفادة من أوكسجين الماء ما لم يكن الماء راكدا تماما وهي غير قادرة على البقاء الصيفي (التشرنق وعدم النشاط) لذا فتننتشر في الأجسام المائية الدائمة. والأسماك الرئوية أكثر انتشارا في المناطق الحارة عنها في المناطق الباردة، وأكثر شيوعا في المستنقعات الاستوائية. وهذه الأسماك تنتنس الهواء الجوي اختياريًا (رغم وفرة الأوكسجين في الماء) أو إجباريًا (عند جفاف المستنقعات أو انخفاض أوكسجين مياهها أو بطيئتها حتى لو توفر أوكسجين الماء) فالرئات تعمل كأعضاء تنفس أساسية أو ثانوية.

ورغم أن الأسماك ثنائية الرئة تتحصل على حوالي ٩٠٪ من الأوكسجين اللازمة لها عن طريق الهواء الجوي بمساعدة الرئات حتى لو كانت المياه جيدة التهوية، فرغم ذلك يخرج معظم ثاني أوكسيد الكربون (٦٠٪) أساساً عن طريق الخياشيم.

٢ - الجلد :

الأسماك الملساء التي لا تحتوى جلودها على قشور (كالثعبان وغيره) يمكنها امتصاص كمية كبيرة من أوكسجين الجو والماء عن طريق جلودها، فسمك الثعبان يتحصل على حوالي ١٠٪ من احتياجات

الأوكسجين في الماء و٦٦٪ في الهواء عن طريق التنفس الجلدى ، وهذا التنفس الجلدى يكفيه للحياة على الأرض طالما درجة الحرارة أقل من ١٥° م .

٣ - أعضاء أخرى غير أساسية

كما تحور الجلد لامتماص الأوكسجين ، فهناك أسماك تبدي تحورات في الرأس أو الجسم لتنفس الغرض ، فقد تتطور خياشيم ثعبان السمك الأمريكى الجنوبى ببقائها منتشرة عند غياب الماء فتشكل سطحا تنفسياً . وفي ثعبان السمك الكهربى يتحور تجويف الفم والبلعوم للامتلاء والتفريغ للهواء لأنها متنفسة الهواء . كما يحصل المبروك العادى على فقاقيع هواء يمتص أوكسجينها بجزء فمى متخصص وذلك عند انخفاض تركيز الأوكسجين في الماء . وقد تمتد أكياس أعورية تملا بالهواء في جدران البلعوم (أسماك رأس الثعبان) أو كتحور في الأقواس الخيشومية (قريموط) كنوع من التنفس الهوائى المساعد . كما قد تستعمل المثانة الهوائية أو مثانة هوائية مساعدة (ثانوية) تشبه الرئة للتنفس الهوائى air breathing . كما قد تستعمل المعدة كذلك كمضو تنفسى . كما في ثعبان المستنقعات . وتتغذى كثير من أسماك القرموط المدرعة عن طريق الأمعاء التى يستخدم جزء منها كرتة . وأكلات الطين من الأسماك تتنفس معويا إذ تحصل على الهواء عن طريق الفم ويمر إلى الأمعاء ويخرج من الشرج ، ومن أمثلتها كذلك بعض القراميط فى أمريكا الجنوبية . وكلها تحورات قد تحصل بالجهاز الخيشومى كموامل مساعدة للتنفس الخيشومى و/ أو للتنفس الهوائى .

٤ - الخياشيم :

هى عضو التنفس الأساسى فى الأسماك عظمية كانت أم غضروفية ، وهى مختلفة العدد ، وتوجد تحت الغطاء الخيشومى ، وهى عبارة عن أزواج من الأقواس العظمية المغطاة بالعضلات تدعم صفا مزبوجا من الخيوط (الأشعة) الخيشومية الحمراء التى تكون التركيب التنفسى الحقيقى للسمك ، فالقوس الخيشومى يحمل الأشعة الخيشومية فالصفائح الخيشومية وهى ثنانيا وعائية من الفشاء المخاطى تنتظم على جانبى كل حاجز خيشومى .

وقد يحل محل الصفائح الخيشومية خيوط خيشومية سائبة تتدلى من الأقواس الخيشومية . ويختلف حجم الغطاء الخيشومى والخياشيم وتركيبها وموقعها من الجسم باختلاف أنواع الأسماك . والخياشيم هى المكان الرئيسى لتبادل الغازات بين جسم السمك والماء (وسط المعيشة) ، إذ لديها كفاءة عالية فى إستخلاص الأوكسجين الذائب بنسبته البسيطة فى الماء (٣٪ من أوكسجين الهواء الجوى) ، نظرا لكبر المساحة التنفسية على الخياشيم والتى تشكلها مسطحات الصفائح الخيشومية الأولية (الأساسية) والثانوية الغنية بالأوعية الدموية التى يسير فيها الدم فى عكس اتجاه سريان الماء الخارج من الخياشيم وذلك لكفاية وقت التبادل الغازى .

ويندفع الماء إلى الفم ويخرج مارا بالخياشيم نتيجة تبادل انقباض وانبساط تجويف الفم

والخياشيم ، فينبسط التجويف القمي أولاً ليندفع إليه الماء ثم ينقبض تجويف القم مع إنسباط التجويف الخيشومي لدفع الماء إلى الخياشيم ويتم تبادل الغازات ، وتستمر الدورة باستمرار . وقد ينعكس اتجاه هذه الحركات لتطرد السمكة ما يحيط بالخياشيم من شوائب وتسمى هذه الحركة بكحة السمك . ويخضع سريان الدم في الصفائح الخيشومية إلى تحكم عصبى هرمونى يتحكم به الجسم فى كمية الأوكسجين وتبادل الأيونات بين الدم والماء . وعليه فقد يكون التنفس بطيئاً وعميقاً كما فى الأسماك ساكنة القاع وفيها يكون حين الخياشيم قويا وقابلا للامتداد ، بينما فى الأسماك سريعة العوم كالسالمون تكون هذه القاعدة معكوسة أى حين الخياشيم صغير . فسمك الضفدع له مساحة مسطح خياشيم ١٦٠ مم ٢ / جم سمك بينما الماكريك ١٠٤٠ مم ٢ / جم والتونة ٢٠٠٠ مم ٢ / جم سمك ، ومعظم الأسماك العظمية فى حدود ١٥٠ - ٢٥٠ مم ٢ / جم .

وزيادة محتوى الماء من ثانى أوكسيد الكربون أو نقص الأوكسجين تؤيدان إلى زيادة حجم الماء المتجددة فى وحدة الزمن فى الأسماك العظمية مع زيادة حجم التنفس (عمق التنفس) وتكراره مع انخفاض درجة الاستفادة من الأوكسجين فى ماء التنفس . حيث إن درجة الاستفادة = (الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الشهيق - الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الزفير) / الضغط الجزئى للأوكسجين فى هواء الشهيق × ١٠٠ . كالكفاءة الأسماك العظمية فى الاستفادة من المحتوى الأوكسجينى للماء تبلغ ٨٠ ٪ مقارنة بسمك الكلب الذى كفاءته حوالى ٥٠ ٪ .

نتائج تنفس سمك الثعبان وسمك السلمون وزن ٤٠٠ جم على درجة حرارة ١٧°م للثعبان و١٦°م للسالمون :

سمك سالمون		سمك ثعبان		
١,٨	٦,٨	٢,١	٦,٦	محتوى ماء التنفس
٣٣٥٠	٥٥٦	٧٩٢	٨٩	من الأوكسجين مل / لتر
				حجم الماء المتجدد
				بالتهوية مل / كجم / ق
٣١,٣	٦,٩	٢٣,٨	٥,٦	حجم الشهيق
				مل / كجم
١٠,٧	٨٠	٣٢	١٦	تكرار التنفس
				مرة / ق
١٨	٣٥	٥٣	٨٢	استفادة الأوكسجين
				من ماء التنفس ٪
١,٠٥	١,٢٧	٠,٨٣	٠,٤٨	استهلاك الأوكسجين
				مل / كجم / ق

ويصل تركيز أوكسجين دم السمك إلى ٢٥ ضعف تركيزه في الماء ، وهذا يستلزم طاقة كبيرة لتكوينه ، ووجود تلوث عضوى في الماء يزيد الطاقة المبذولة لتركيز الأوكسجين والاستفادة منه ، وتقل أوكسجين الدم يزيد سرعة تيار الدم في الصفائح الخيشومية مما يفجر طلائيتها وتصير معرضة للغزو الميكروبي المميت للسمك .

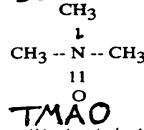
وهناك علاقة عكسية بين مسطح الخياشيم / وحدة وزن جسم سمك ووزن الجسم . كما يزيد الزمن اللازم لنقل الأوكسجين من الخياشيم إلى أجزاء الجسم المختلفة بزيادة حجم السمك . وينخفض استهلاك الأوكسجين / وحدة وزن جسم للسمك الكبير عنه في السمك الصغير . وتحت ظروف انخفاض الأوكسجين المذاب وارتفاع درجة الحرارة وزيادة حجم التنفس تنخفض الاستفادة من الأوكسجين إلى ١٠ - ٢٠ ٪ من الأوكسجين المذاب في الماء المار فوق الخياشيم .

وتزيد تهوية الخياشيم (عدد مرات التنفس) لمواجهة ارتفاع الطلب على الأوكسجين بارتفاع درجات الحرارة ، كما يزيد حجم التهوية بانخفاض الأوكسجين الذائب . ويظل معدل استهلاك الأوكسجين ثابتا بانخفاض الأوكسجين الذائب حتى ترتفع درجة الحرارة فيزيد ميتابوليزم التنفس . ويزيد معدل الاستفادة من الأوكسجين مع درجات الحرارة .

ويجب معرفة أن بعض الأسماك تنفس جلديا وخيشوميا ورنويا ، أى يمكن إحداث التبادل الغازى فى نفس نوع السمك بأكثر من طريقة معا .

الإخراج

يقصد بالإخراج التخلص من نواتج الميتابوليزم غير النافعة والضارة وكذلك المواد الغريبة عن الجسم، وذلك بطرق عديدة سواء عن طريق الكلى أو الخياشيم وغيرها . فالإخراج تقوم به عديد من الأجهزة ، فالجهاز الهضمي يخرج المادة الصلبة غير المهضومة مع جزء من أنسجة الجسم وإنزيماته وعصائره في الروث ، كما تقوم الخياشيم بإخراج الغازات المختلفة نتيجة التبادل الغازى كما تخرج نواتج التمثيل الغذائى من فضلات أزوتية . ففي الأسماك العظمية تخرج طلائية الخياشيم أمونيا أكثر مما تخرج الكلى . وتخرج الكلى (عن طريق البول) في الأسماك البحرية كميات كبيرة من مركب ثالث ميثايل أمين كسيد Trimethylaminoxid (TMAO) وهو مركب ذائب وغير سام (ويوجد كذلك في عضلات الأسماك البحرية) ويفعل البكتيريا لتحرد منه مركب ثالث ميثايل أمين (TMA) المميز لرائحة أسماك البحر الميتة، ومركب TMAO مصدره خارجى أى من العوالق الحيوانية التى تحتوى على هذا المركب بتركيز عال . وتقوم الكليتان (أو الجهاز البولى) بإخراج الماء ونواتج الميتابوليزم عموما .

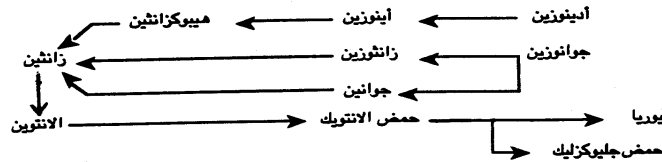


والجهاز البولي في الأسماك معقد ومتغير يتغير الأسماك وبيئاتها ، ورغم الارتباط بين الجهازين البولي والتناسلي لعلاقة الكلى بالجهاز التناسلي في بعض الأسماك ، إلا أن الجهازين منفصلان في أغلب الأسماك العظمية . وتختلف وظيفة أجزاء الكلى في الأسماك ، فالجزء الأمامي مضمحل وظيفيا في كثير من الأسماك.

ويتكون الجهاز البولي في الأسماك من كليتين متقاربتين ومتطاولتين على الناحية الظهرية لجسم الأسماك ، وتتكون الكلى من الوحدات التركيبية المعتادة (النفرونات Nephrons) أي الأنابيب الكلوية . وتتصل الكلى بقنوات بولية تصب في المثانة البولية أو الكيس البولي التناسلي . وتركيب الجهاز البولي شديد التباين التركيبى لتباين تطور الأسماك المختلفة .

وتخرج الأسماك ناتج ميتابوليزم البروتينات في صورة أساسية هي الأمونيا غير المتلينة NH_3 وهي سامة من الأمونيا المتلينة NH_4 لقدرتها على المرور خلال الأغشية الخلوية بشكل أكبر . ويتأثر الإخراج في شكل أمونيا سامة على pH الماء ودرجة حرارته وملوحته ، فكلها تؤثر على الاتزان بين صورتى الأمونيا ، فزيادة pH الماء وحدة واحدة يزيد تواجد الشكل السام من الأمونيا بمعدل ١٠ مرات ، والعكس فإنخفاض pH الماء يكون مصحوبا بمستوى غير سام من الأمونيا . كما أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من إخراج الأمونيا وكذا اليوريا . ويؤدى التسمم بالأمونيا إلى أوديا ورشح مع تكثر وانحماج الصفائح الخيشومية مؤدية إلى موت السمك بتأثير الاختناق Asphyxiation . لذلك تتحمل الأسماك تركيزات عالية من الأمونيا الناتجة من فضلات أزوتها لسرعة واستمرارية إفرازها من الغياشيم خارج أجسامها ، كما أن أنسجتها لديها القدرة على التحمل للأمونيا أكثر عن الحيوانات الأخرى التى تخرج اليوريا Ureotelic أو التى تخرج حمض اليوريك Uricotelic كناتج أساسى نهائى لميتابوليزم الأزوت . الأسماك تخرج اليوريا كذلك مع الأمونيا بنسب متفاوتة مع زيادة نسبة اليوريا إذا خرج السمك من الماء أو بإنخفاض مستوى ماء الأحواض .

ورغم زيادة إنتاج الأمونيا غير المتلينة عن اليوريا فإن تركيزهما في الجسم على العكس فاليوريا أعلى تركيزا من الأمونيا في أنسجة السمك . ومصدر اليوريا (التى تخرج أساسا عن طريق الغياشيم بنسبة أكثر من ٩٠ ٪ من اليوريا) الكلية الخارجة من كل من الغياشيم والكلى (هو حمض اليوريك كما يوضحه الرسم التالى :



ويساعد في ذلك كثير من النظم الإنزيمية وهي adenosine deaminase , guanosine deaminase , nucleoside phosphorylase , guanase , xanthine oxidase , uricase , allantoicase & allantoicase .

بعض الأسماك العظمية البحرية لا تظهر قنواتها الكلوية في نهايتها أى جسيمات ملبجي . وعليه فإن هذا الاختزال لا يمكن من عملية الترشيح الكلوي وعليه تحتفظ بشدة كمية البول الخارجة من هذه الأسماك (٢,٥ مل / كجم / يوم) مع ما تخرجه أسماك الماء العذب (٣٠٠ مل / كجم / يوم) .

ويرتفع تركيز أيونات الماغنسيوم والكالسيوم والكبريتات مائة ضعف في البول عما هو عليه في الدم ، بينما يكون تركيز الكلور ضئيلا جدا في البول . وتخرج الأسماك كذلك بارا أمينو حمض الهيبيوريك α -aminohippuric acid وغيرها عن طريق الكلى إلا أن البول دائما خال من الجلوكوز (حتى مع ارتفاع تركيزه في البلازما) والأيولين .

تستخرج الأسماك العظمية حتى ٩٠ ٪ من الأزوت الخارج من الميتابوليزم عن طريق ثلاثية الخياشيم وأساسا في صورة أمونيا مع القليل من اليوريا . بينما المواد صعبة الانتشار كحمض اليوريك والكرياتينين فإنها تخرج من الجسم أساسا عن طريق الكلى .

وتقوم الأسماك بالإخراج للداخل أى بتخزين بعض نواتج الإخراج في خلايا معينة ، فتخزن الأسماك الجوانين في هيئة بللورات في خلايا القزحية iridocytes في الجلد وفي أشكال مختلفة كذلك في شبكية ومشيمية العين .

الضغط الأسموزي

تقوم الكلى بترشيح سائل الدم من فضلات وإخراجها في البول ، فالكلية وسيلة ضيق للماء من داخل جسم السمك إلى الخارج . ولما كانت الحيوانات تموت إذا ما غمرت في سائل مخفف جدا أو مركز جدا بالنسبة لسوائل الخلايا أو الجسم ، لذلك إذا عاشت الأسماك في الماء العذب فإن سائلها الداخلي يسحب الماء من الخارج ويصبح مخففا وقيام الكلية بضخ الماء إلى الخارج باستمرار فإنها تحافظ على تركيز المحاليل داخل الكلية .

أما أسماك الماء المالح فتركز الأملاح في دمانها وتقوم غد خاصة بإفراز الأملاح الزائدة في الجسم إلى الماء المالح عبر الخياشيم . كما يعتقد أن غدة المستقيم في صفائحية الخياشيم Elasmobranchs تفرز أيونات الصوديوم والكلور كجزء من طرق التنظيم الأسموزي . وتقوم أسماك بحرية أخرى بتركيز اليوريا لرفع تركيز السائل الداخلي إلى نفس التركيز في الخارج . بل وأعلى منه أحيانا لتوازن السوائل داخل وخارج الجسم . والأسماك العظمية لها ثلاثية خياشيم أقل نفاذية لذلك ترفع محتوى الدم من اليوريا ليمائل في أسموزيته أسموزية ماء البحر . فتقوم الأسماك بالاحتفاظ باليوريا ولا تخرجها كلها حرصا على التنظيم الأسموزي حتى لا تجف أجسامها بارتفاع ملوحة الماء ، بينما تخفض من تركيز

يوريا جسمها إذا إنتقلت إلى ماء أقل ملوحة . إلا أن السمك لا يحتمل اليوريا كثيرا ، إذ تؤدي إلى تثبيط إنزيمات عمليات الأكسدة وهدم الجليكوجين .

أي أن الأسماك تقوم بتنظيم أسموزي Osmoregulation للمحافظة على التوازن بين الماء والملح في أنسجتها ليتوازى ضغطها الأسموزي مع الضغط الأسموزي لوسط معيشتها .

ميزان الملح والماء للفقاريات المائية وكيفية حل مشكلة الضغط الأسموزي :

الحيوان	استهلاك ماء البيئة	تركيز الدم بالنسبة لماء البيئة	تركيز البول بالنسبة لتركيز الدم	وسيلة إخراج الملح
أسماك عظمية بحرية	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من الخياشيم
أسماك عظمية ماء عذب	يدخل الماء من الخياشيم والمعدة	أعلى	أقل	البول أقل تركيزا
برمائيات	لا تشرب ماء البحر	متعادل	متعادل	البول متعادل / يخرج الملح من غدة المستقيم
زواحف	تشرب ماء البحر	أقل	متعادل	البول متعادل / الدموع أعلى تركيزا
طيور	تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول مركز قليلا / إفراز الأنف عالي التركيز
ثدييات	لا تشرب ماء البحر	أقل	أعلى	بول عالي التركيز جدا

ويعبر عن التنظيم الأسموزي بالأوزمول Osmole (جرام جزئي / لتر (كجم) ماء) فواحد مول كلوريد صوديوم / كجم له ٢ أوزمول . والأسهل لسوائل الجسم أن يعبر عن أسموزيتها بالملي أوزمول

(mosm) ، وقد يعبر عن التركيز الأسموزي بدلالة الانخفاض في درجة تجمد السوائل كما يوضحه الجدول التالي :

درجات تجمد الماء عند درجات ملوحة مختلفة :

الملوحة جزء / ألف	درجة التجمد °م	مللي أوزمول
٥	-٢٩	١٥٥
١٠	-٥٨	٣١٢
١٥	-٨٧	٤٤٤
٢٠	-١١٣	٦٠٨
٢٥	-١٤٥	٧٨٠
٣٠	-١٧٢	٩٢٥
٣٢ (ماء البحر)	-١٨٦	١٠٠٠
٣٥	-٢٠٣	١٠٩١
٤٠	-٢٣٥	١٢٦٣

ويطلق على المحاليل منخفضة الأسموزية (التوتر) أي منخفضة تركيز الملح hypotonic أو hyposmotic ، والمحاليل مرتفعة التركيز الملحي أي مرتفعة الأسموزية يطلق عليها hypertonic أو hyperosmotic بينما متعادلة الأسموزية يطلق عليها isosmotic .

فالتركيز الأسموزي لدم الأسماك في المياه العذبة يقع ضمن الحدود العالية للأسموزية (٢٦٥ - ٣٢٥ مللي أوزمول) فلا بد لها من منع تخفيف الدم بانتشار الماء للدخل بطرق عديدة ، منها إخراج بول مخفف عن البلازما لكنه غزير ، واحتجاز بعض نواتج الميتابوليزم ويساعد في هذا التنظيم كل من الكلى والمثانة وامتصاص الماء عن طريق الجلد ودور الخياشيم في استخلاص المعادن من الماء ونقلها إلى الدم ، وكذلك دور الخياشيم في امتصاص الماء .

دما الأسماك البحرية لها تركيز أسموزي (أقل منه ماء البحر المالح) ٣٨٠ - ٤٧٠ مللي أوزمول ، وتقوم هذه الأسماك باحتجاز المواد النيتروجينية لتمويض الانتشار للماء المتجة إلى خارج الجسم خلال الخياشيم والجلد كذلك تبتلع ماء البحر ويمتص من القناة الهضمية ، إذ تمتص العناصر المعدنية وتخرج الزيادة منها عن طريق الخياشيم والبول والبراز ، فالأسماك البحرية تشرب أكثر وتخرج بولا أقل عما هو في أسماك الماء العذب . وفي المناطق المتجمدة تزيد الأسماك من أسموزية دماؤها بزيادة تركيز مواد عضوية (خلاف السكر واليوريا) لتزيد الانخفاض في درجة التجمد للدم لتشابه أسموزية الدم وماء البحر .

أما الأسماك ثنائية الهجرة بين الماء المالح والماء العذب فلها ميكانيزم تحمل ملوحة خاص يشمل تغييرات شكلية وفسيولوجية يسهل عملية التنظيم الأسموزي في البيئة الجديدة .

والتنظيم الأسموزي يرتبط بالتنظيم الأيوني Ionoregulation والمائي من خلال عمل كل من :

١ - **الخياشيم** : إذ تحتوي خياشيم الأسماك على خلايا كبيرة غنية بالميتوكوندريا تعرف بخلايا الكلوريد ، تشترك في تنظيم الأيونات لمقدرتها على إخراج كلوريد الصوديوم ، أي أنها تكون نسيج إخراج الملح في خياشيم الأسماك في الماء المالح عن طريق نقل أيون نشط بواسطة إنزيم Sodiun / Potassium - stimulated adenosine triphosphatase ($Na^+/K^+-ATPase$) Succinic dehydrogenase (SDH) الميتوكوندريا كذلك كمرقم بيوكيمائى آخر لنشاط الميتوكوندريا ، إذ يشبه في نشاطه نشاط الإنزيم الأول $Na^+/K^+-ATPase$ ، ويتركز في خلايا الكلوريد بالخياشيم ، فيزيد كذلك نشاط إنزيم SDH في الخياشيم بالانتقال إلى الماء المالح مع زيادة إنزيم $Na^+/K^+-ATPase$ ، كما قد تزيد العمليات الأخرى المطلوبة للطاقة كما في نقل الأيونات ثنائية التكافؤ بواسطة إنزيم $Ca^{++}/Mg^{++} - ATPase$ الذى ينشط بالنقل إلى الماء المالح وزيادة الحاجة لإنتاج الطاقة في خلايا الكلوريد .

٢ - **الأمعاء** : تقوم في الأخرى بامتصاص السوائل فيها ويزيد هذا المعدل بالانتقال إلى الماء المالح ، وهذا العمل يتوقف على الكلوريد ومرتبطة بدخول الصوديوم والكلور الواردان من $Na^+/K^+-ATPase$ يعطيه زيادة أسموزية الماء، ويزاد نشاط إنزيم $Na^+/K^+-ATPase$ في مخاطية الأمعاء كما في الخياشيم، ويحدث ذلك لأقلية الأسماك (السالمون، الثعبان) على الماء الأسموزي (الجاف، المالح) .

٣ - **الكلى** : لها أسلوبها في هذا التنظيم ، إذ بانتقال الأسماك (السالمون مثلا) إلى الماء المالح يصاحب ذلك انخفاض معدل الترشيح الكلبي مما يخفض من معدل التبول لحفظ ماء الجسم وينخفض نشاط إنزيم $Na^+/K^+-ATPase$ في الكلى كوسيلة لحفظ ماء الجسم من البيئة المالحة كما حدث كذلك من الأمعاء والخياشيم . فالكلى يمكنها إنتاج بول أكثر تركيزا من الدم ، أى يمكنها تخليص الجسم جزئيا من أملاحه .

٤ - **تنظيم هرمونى** : هناك منظمات هرمونية Hormonal Regulators لعملية تنظيم الأسموزية وتشمل :

1 - **هرمونات الدرقية** Thyroid Hormones : إذ يزيد مستوى هرمون الثيروكسين في البلازما كما يزيد ثلاثي أيودوثيرونين عن نقل السمك إلى الماء المالح . ونقل السمك إلى الماء المالح في أثناء زيادة نشاط الدرقية يحدث انخفاضا مفاجئا في الثيروكسين (T_4) وثلاثي أيودوثيرونين (T_3) في البلازما . وقد وجد أن تنبيه الدرقية يحدث في الماء

العذب أكثر منه في الماء المالح رغم أهمية وظيفة الدرقية لنجاح التنظيم الأسعوزي في أسماك الماء المالح .

ب - **النخامية وجزع بين الكلية** Pituitary - interrenal axis : يزيد نشاط النخامية والكلية عند نقل الأسماك (السالمون) إلى الماء المالح فيزيد الكورتيزول في البلازما ، والذي قد يؤدي إلى زيادة نشاط إنزيم $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$ في الخياشيم ، إذ أن حقن ثعبان السمك بالكورتيزول وحقن السالمون بهرمون أدرينوكورتيكوتروپين (ACTH) Adrenocorticotropin قد شجع على زيادة عدد خلايا الكلوريد بالخياشيم ونشط إنزيم $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$ وكذلك نشط من إنزيم SDH في خياشيم السالمون . وتؤدي الهرمونات المنشطة للدرقية والمفرزة من النخامية إلى التنظيم الأسعوزي من خلال تبنيها لإفراز هرمونات الدرقية ويؤثر الأرجنين فازوتوسين Arginine vasotocin على فعالية الكلية وعلى نفاذية الصوديوم في أسماك المياه المالحة والعذبة على حد سواء .

ج - **البرولاكتين** Prolactin : له دور أساسي في التنظيم الأسعوزي في الماء العذب مع حفظه لمستوى بلازما الصوديوم والكلور . ويقل نشاط خلايا إيتا Eta المفرزة للبرولاكتين في النخامية بزيادة ملوحة الماء (السالمون) .

د - **هرمون النمو وستيرويدات الجنس** Growth hormone & sex steroids :

يزداد نشاط سوماتوتروپات النخامية (الخلايا المسئولة عن إفراز هرمون النمو) مع زيادة نمو السمك وتزيد القدرة على تحمل الملوحة . وقد ترجع زيادة النمو لتأثير هرمون النمو على هرمونات الدرقية . الاستيرويدات البنائية Anabolic steroids (مثل إيثيل استراديول) تدفع معدل النمو في الزريعة (السالمون) ، بينما تخفف في الأعمار الأكبر . كذلك ميثل تستوسترون يؤدي إلى زيادة معدل نمو الزريعة (السالمون) في الماء العذب ، ويثبط النمو للعمر الأكبر في الماء المالح . ولما لوحظ من تثبيط في نشاط إنزيمي $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$ & SDH في الخياشيم للذكور الناضجة مع زيادة مستوى تستوسترون البلازما ، فهذا يدعو للاعتقاد بتداخل ستيرويدات الجنس مع نشاط الإنزيمات المهيمنة على التنظيم الأسعوزي .

هـ - **أجسام إفرازية داخلية أخرى** Other endocrine bodies : فالجسم الأصفر يزيد من نشاطه الإفرازي في أثناء الأكلعة على الماء المالح وكاستجابة للتغيرات البيئية كمستويات الكالسيوم والصوديوم ، فربما يلعب الجسم الأصفر دورا في تنظيم الخياشيم في النقل الأيوني ، وإزالة الجسم الأصفر من ثعبان السمك أدى إلى تضخم وزيادة عدد خلايا الكلوريد وزيادة نشاط إنزيم $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATPase}$ في الخياشيم وزيادة

مستوى كالسيوم البلازما .

- ٥ - **المعادن الثقيلة** Heavy metals : إطالة فترة التعرض للآثار من التلوث بالنحاس تثبط نشاط إنزيم $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP ase}$ الخياشيم وتعميق الأكلمة للماء ويحدث نفوق بمعدل كبير . كذلك التعرض للكامبيوم يعميق التألم على الماء المالح ، ولوحظت تأثيرات مماثلة عند تلوث بيئة السمك بالرصا ص أو الزنك وغيرها من المعادن الثقيلة .
- ٦ - **زيادة حموضة الماء** Low pH Waters : تعميق النمو وتثبط نشاط إنزيم $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATP ase}$ وتقلل من تحمل الملوحة وتعميق القابلية لتنظيم أيونات البلازما .
- ٧ - **درجة الحرارة** Temperature : انخفاض درجة حرارة الماء لبعض الأنواع من الأسماك يثبط نشاط إنزيم $\text{Na}^+ / \text{K}^+ - \text{ATP ase}$.

الفصل الخامس الجهاز التناسلي والتفريخ

غالباً ما يرتبط الجهاز التناسلي بالجهاز البولي خاصة في الأسماك الغضروفية ويوجه عام يتكون الجهاز التناسلي من المناسل (مبييض في الإناث أو خصيتين في الذكور) والمجاري المنسلية (وعاء ناقل في الذكر أو قناتجيبض في الإنثى) التي تفتح في الحلمة التناسلية إما منفصلة عن الفتحة البولية (في الإنثى) أو مشتركة معها (في الذكر) في الأسماك العظمية . وفي الأسماك الغضروفية مبييض واحد للإناث والمبايض يختلف حجمها باختلاف الحالة التناسلية إذ يزداد حجمها كثيراً جداً ويتأخذ شكلاً محبباً كما يختلف لونها حسب درجة نضج البيض . ويزيد في الأسماك الغضروفية وجود كلابتين تشكّلان كيس الزراق أمام المذرق في الذكر يستخدم في نقل السائل المنوي عند الجماع (السفاد) .

النضج الجنسي : Sexual maturity :

يقصد به في الأسماك العمر عند أول وضع للبيض بينما في الحيوانات الأخرى يعنى العمر الذى عنده يصير الحيوان قادراً على التناسل والتكاثر . وتبلغ الأسماك جنسياً عند بلوغها طول معين . ويرجع صغر حجم الذكور البالغة عن الإناث أن الإناث لها غدد صماء أكبر من الذكور لتواجه بها إخراج المخزون الغذائى الكبير في جسمها (من جليكوجين وأحماض أمينية حرة ودهون وخلافه) إلى البيض ، وقد يتطلب النضج الجنسي كذلك ارتفاع درجة الحرارة (كما في البلطي) لتبلغ على الأقل درجة حرارة الماء ٢٢°م قبل بداية عملية التكاثر ، إذ تؤدي درجة الحرارة إلى ارتفاع الاستروجين والأندروجينات في موسم تكاثر الإناث وارتفاع الأندروجينات في موسم تكاثر الذكور بالإضافة لارتفاع نسبة الجوناوترويين .

ويتطلب السالمون خفض مدة الإضاءة ليبدأ في إنتاج السبرمات . فيتأثر معدل النضج الجنسي بعوامل خارجية أهمها : التغذية ودرجة الحرارة وفترة الإضاءة وتيارات الماء ، وعليه نجد أن :

١ - الأسماك ذات معدل النمو الجيد تبلغ جنسياً مبكراً وفي حجم أصغر عن الأسماك متوسطة معدل النمو ، بينما الأسماك فقيرة النمو تنضج جنسياً متأخراً .

٢ - عمر النضج الجنسي في المشائر يتباين لنفس النوع اعتماداً أساسياً على حجم السمك . .
وبالتالى على معدل النمو . فالأسماك ذات معدل النمو الأفضل تبلغ جنسياً مبكراً ، وتضع عدد مرات أكثر منه في الأسماك فقيرة النمو .

وتنتج الخصى الحيوانات المنوية بينما تنتج المبايض البيض . ومع الحيوانات المنوية تنتج إفرازات من الأنابيب المنوية وتشكل مع السائل المنوي Milt . ويختلف الحيوان المنوي شكلاً باختلاف الأنواع كما

تختلف في تراكيبها الوراثية . ويتطور البيض في المبايض ويحتوى المح (بروتين) والقطرات الزيتية (دهن) لتغذية الأجنة فيما بعد . وقد تكون أغشية البيض رقيقة في الأنواع التي تنال رعاية أبائها ، بينما البيض الذي لا ترعاه الآباء يكون غلاف البيض متقارنا لحماية البيض من الجفاف إذا انجرف نحو الشاطئ . وبيض الأسماك البحرية عائم بينما بيض أسماك الأنهار غاطس . وهناك بيض طاف غير ملتصق وبيض آخر غاطس له قابلية للالتصاق . والبيض وإن كان معظمه دائري فيوجد بيض بيضاوي وبيض متطاوول وقد يحمل محاليل لتثبيت البيض . ويتباين كثيرا حجم البيض بتباين الأنواع فبينما يوجد بيض ناضج قطره ٧ ، مم فهناك بيض ناضج قطره ٣٠ مم .

كل نوع من الأسماك يختلف ، ليس فقط في شكل ولون وتركيب ووضع المناسل ، بل أيضا في العمر عند النضج الجنسي وفي عدد البيض وصفاته المختلفة ، وعلى ذلك فكل نوع طريقة في تناسله ينجح بها في الحفاظ على نوعه رغم الظروف البيئية المختلفة . فأسماك تضع آلاف البيض وأخرى تضع ملايين البيض ، وعموما كلما زاد عدد البيض قل قطره ، كما يتوقف عدد وحجم البيض على عمر السمك .

ورغم أن البلطي يبلغ (ينضج) جنسيا مبكرا عند عمر ٢ - ٣ أشهر للموزمبيقي ، ٧ أشهر للرندا لي ، ثاني عام للأوريا ، فهناك أسماك تنضج جنسيا في عمر ٧ - ٩ سنوات لذكور الحفش

أعلى : تطور بيض أسماك البلطيس Plaise
يوضع جنين السمك والصغار الذي يتغذى عليه
حتى الفقس .



أسفل : بيض سمك الكلب يوضع تطور
الجنين، لاحظ المحاليل .



قوايع (ورنك عادي) وبيضة في شكل صندوق
نوزوايا قائمة (متوازي مستطيلات) قرني
يوضع على القاع ليفقس بعد عدة شهور .

و ٨ - ١٤ سنة لإنتاجه ، حيث تعمر أسماك الحفش لأكثر من ٥٠ سنة ، وتضع الأنثى ما يزيد عن ٢ مليون بيضة تباع ككافيار (لأنواع البحر الأسود) . ويتوقف عمر النضج الجنسي على عوامل أهمها درجة الحرارة ، إذ أن الجو البارد يؤخر النضج الجنسي ، فمبروك الحشائش في مصر ينضج في عمر عامين ، وفي المجر في عمر خمسة أعوام .

ولكل نوع من السمك موسم تكاثر مميز من حيث طول النهار ودرجة الحرارة ووفرة الغذاء وعوامل الماء والبيئة المختلفة الأخرى التي تنبه السمك للدخول في دورة تناسل . وقد تكون الدورة التناسلية على مدار العام كما في بعض أنواع البلطي والقواقع ، أو مرة كل عامين أو كل عام ، أو ١-٢ دورة في العام (مبروك عادى) ، أو كل ٤ أسابيع (الجوبي) . أو مرة واحدة في العمر في بعض الأنواع القليلة . ونفس النوع السمكي يختلف في عدد مرات وضع بيضه باختلاف الظروف البيئية ، فالمبروك يضع مرة واحدة في المناطق المعتدلة (٢٤°م صيفا ، ٦،٣°م شتاء ، وعدد ساعات ضوء الشمس في الشتاء نصف ما للصيف) بينما يضع مرتين في السنة في المناطق الاستوائية . وتؤدي هذه المؤثرات المختلفة إلى تنبيه النخامية التي بدورها تنبه التناسل وتدخل في الدورة التناسلية مظهرة سلوكا تناسليا مميزا نتيجة استجابة الأسماك وانتحاءها للجاذبية Geotaxis أو للضوء Phototaxis أو للكهرباء Electrotaxis أو للتمساق Thygmotaxis أو للتيار Rheotaxis فتستجيب بصريا وكيمياويا مظهرة إشارات وسلوكا اجتماعيا بين الجنسين ينتج عنه تزامن وضع السائل المنوي مع وضع البيض ، أو يتم فيه التلقيح الداخلي (في الأسماك الغضروفية) وذلك بعد فترة استحضرار أو غزل أو تجهيز عش لوضع البيض ، وفي أثناء ذلك قد يتغير شكل ولون الذكر ليصير جذابا وقد تتطلق الأصوات وتراقص الأسماك وتتقارب وتتماس وتحتك ببعضها كمقدمات للتزاوج .

وتمتاز بعض أنواع السمك برعاية أبوية Parental care لبيضها وصغارها ، سواء في إعداد العش وحمايته ، أو في حمل البيض المخصب في الفم أو الخياشيم أو حتى على الجسم . ومن وسائل الحماية أن تضع الأسماك بيضها الناضج في أكياس قرنية ، والبعض الآخر يطلق عليه ولود Viviparous لأنها تنضج البيض وتطوره داخلها أي يتم تخصيبه داخل الإناث ، وتخرج صغارها الحية بعد ذلك وتذكر الأسماك الأنبوبية وحسان البحر تحمل نتاجاتها . وأسماك القرش الأزرق الصغيرة تتغذى خلال مشيئة كيس المح بينما أسماك أخرى كقرش مأكو Mako تتغذى صغارها في الرحم على البيض غير المخصب .

والأسماك العظمية تضع عد أكبر من البيض الأصغر حجما عما هو عليه في الأسماك الغضروفية . وعقب إخصاب البيض في الماء العذب يرسب أو يفوص على القاع والنباتات ، بينما يبيض الأسماك العظمية البحرية يطفو على الهوائيم . وعادة الأسماك البيوضة Oviparous عدد بيضها كثير وحجمه صغير وتلقيحه خارجي .

ومعظم الأسماك فيها الجنسان في فرديين مختلفين « ومن كل شيء خلقنا زوجين » - الذاريات : ٤٩

وإن وجدت أسماك مختلطة ينتج ذات الفرد كل من السائل المنوي والبيض . والذكور تحمل زوج كروموسومات مسئولة عن الجنس XY ، بينما الإناث تحمل XX باستثناء أسماك الجامبوزيا التي تكون فيها الذكور متماثلة الكروموسومات ويشار في هذه الأسماك للكروموسومات بالرموز Z ، W . وهناك من الأسماك ما يقوم بالإخصاب الذاتي ، وأسماك خنثى بطبيعة نوعها ، وأسماك خنثى في بعض الأنواع كحالات غير طبيعية . والفرق بين التلقيح الذاتي والخنثى أن الأولى تنضج مبايضها وخصيها في آن واحد بينما الخنثى بعضها يكون ناضج المبايض ميكرا ، والبعض الآخر ناضج الخصى ميكرا ، أى تعمل بعضها كذكور في حين يكون البعض الآخر إناثا وينقلب الوضع ثانية ..

ويتم التلقيح خارجيا بوضع الذكر سائله المنوي على بيض الإناث في الماء وذلك في الأسماك البياضة، أما في الأسماك الولودة فيتم فيها التلقيح داخلياً بجماع الجنسين معا في الأسماك الغضروفية وبعض الأسماك العظمية . وسواء كان التلقيح داخليا أو خارجيا فإن الحيوان المنوي يصل إلى البويضة ويخترقها وتتحد نواتهما فيما يسمى بالتلقيح . ثم ينفلق نقيير البيضة المخصبة بامتصاص الماء وتبدأ الانقسامات في الجنين وتتميز أجهزته وأعضاؤه .

والتكاثر يأخذ شكلا مما يلي :

- ١ - جنسى تزاوجى Bisexual في معظم الأسماك العظمية بتلقيح الحيوانات المنوية للذكور لبيض الإناث (خارجى أو داخلى) .
- ٢ - ذاتى Hermaphrodism بتلقيح داخلى لنفس الأفراد لاحتوائها أنسجة كلا النوعين من المناسل (مبايض وخصى) .
- ٣ - لا إخصابى Parthenogenesis وفيه ينشط الحيوان المنوي عملية نضج البيض والتبويض وينتج إناثا فقط وبدون اتحاد أمشاج ، أى بدون تلقيح .

وقد ينقسم التكاثر بشكل آخر إلى :

- ١ - تكاثر بالولادة Viviparous يتصل فيه الجنين بمشيمة أولية تتصل برحم الأنثى كما في بعض أنواع القروش .
- ٢ - تكاثر ولادى ببيضى Ovoviviparous وفيه تبقى البيضة المخصبة في الرحم دون اتصال مع جدار الأم .
- ٣ - تكاثر ببيضى Oviparous بأن تضع الأنثى البيض الذى يخصب خارجيا وينمو خارج الأم ، وهو النظام الأكثر شيوعا بين السمك .

ويتم الإخصاب فقط في وجود الماء ، ويفقد الحيوان المنوي حركته في الماء بعد ٠.٥ - ٢.٠ دقيقة أى يصبح غير قادر على الإخصاب . ومعظم الأسماك في الماء العذب من وأضى البيض الذى ينمو تحت

نظامين :

الأول : وهو الأكثر انتشارا ، بأن يوضع البيض عشوائيا على مهد للتبويض Spawning beds ثم يلحق من ذكر أو أثنين ، ويترك لينمو ويقفص بدون رعاية ، لذلك تضع هذه الإناث أعدادا كبيرة من البيض (عدة آلاف كثيرة) .

الثاني : تكون الذكور أعشاشا ممهدة للبيض ، وتقوم على رعاية البيض وصغار الفقس ، لذلك تضع الإناث في هذه الأنواع ألقا قليلة من البيض ، إذ أن فرصة حياتها أكبر (مما في النظام الأول) ، وقد تكون الرعاية في هذه الطريقة جزئية وقد تكون من الأنثى كذلك .

الخصوبة : Fecundity :

تعرف بأنها عدد البيض الناضج والجاهز في مبيض الأنثى للوضع وذلك قبل الوضع مباشرة . ويتوقف حجم القطيع لسنة ما على عدد البيض الموضوع أو عدد الأجنة ، فالخصوبة محددة للإنتاجية . والخصوبة فردية ونسبية ونوعية ، فالخصوبة الفردية individual fecundity أو المطلقة absolute تشير إلى عدد البيض للجيل لنفس السنة في المبايض أو المفروض وضعه في سنة . والخصوبة النسبية relative fecundity عبارة عن عد البيض لكل وحدة وزن جسم للسمك . والخصوبة النوعية specific fecundity تعني عدد البيض الذي تضعه الأنثى من نوع معين خلال حياتها ، والخصوبة للعشيرة Population fecundity تعني مجموع البيض الذي تضعه إناث العشيرة في موسم وضع معين .

وقد يوضع البيض مرة واحدة أو على دفعات حسب الأنواع . وعليه فالخصوبة تعني عدد البيض الناتج من الأنثى في السنة ، ولأنواع عديدة الوضع spawning في السنة فتعني عدد مرات وضع البيض ومتوسط عدد البيض في كل مرة وضع . وإنتاج البيض يشير إلى وزن البيض أو المكافئ الحراري للبيض الموضوع في السنة . وتقاس الخصوبة عادة بعدد البيض الموضوع ، وعمليا تقاس بعدد البيض الناضج في المبيض مباشرة قبل وضعه على فرض أن البيض الناضج المحتص أو المستبقى عدده قليل . وترتبط الخصوبة بصفات الأم من طول ووزن وعمر ، فهناك علاقة قوية بين الخصوبة والطول للسمك تمثلها العلاقة التالية :

$$F = a L^b$$

$$\log F = \log a + b \log L$$

حيث F الخصوبة ، L طول السمك . كما يؤثر وزن السمك (W) على خصوبته (F) بعلاقة خطية كذلك :

$$F = c W^d$$

$$\log F = \log c + d \log W$$

حيث a , b , c , d ثوابت .

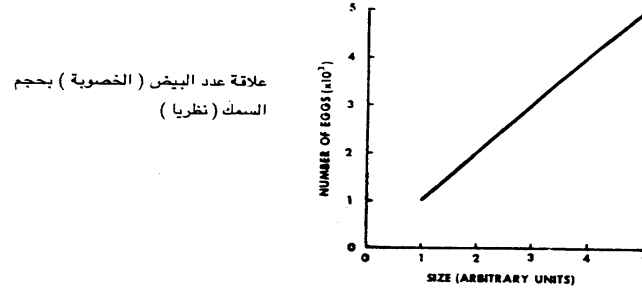
ويفضل لدقة هذا المقياس الأخير الاعتماد على وزن السمك بدون مبايض Somatic Weight حيث أن السمك زائد الخصوبة سيزن أكثر لو أخذ الوزن الكلى في الاعتبار بدلا من الوزن الجسدي بدون مبايض .

ويؤثر عمر السمك كذلك على الخصوبة ، وإن كان في معظم الأنواع تتأثر الخصوبة بكل من حجم وعمر السمك . ولتحديد تأثير العمر يجب استبعاد تأثير الحجم (طول ، وزن) إحصائيا . وإذا جرى ذلك يكون تأثير العمر على الخصوبة ضئيلا أو معدوماً أو عاليا معنوياً حسب نوع السمك . . ففي أنواع البلطي هناك اتجاهها لخفض تكرارية وضع البيض يتقدم العمر نظرا لزيادة نسبة الأنسجة الضامة في المبيض مع خفض نسبة النسيج الجرثومي Germinal tissue . كما ينضج السمك جنسيا عند بلوغ طول معين (وربما محتوى دهني معين) وليس عمرا معينا .

اختلاف الخصوبة قد يعكس اختلافات حجم البيض فقد يزيد حجم البيض بتقص الخصوبة لكن ذلك يتوقف على نوع السمك وموسم التكاثر . وينسب حجم البيض لكل جرام وزن جسم سمك . الاختلافات داخل النوع في عدد البيض لكل جرام وزن جسم ترجع أساسا إلى حجم البيض . وفي بعض الأنواع توجد علاقة ارتباط موجب بين حجم البيض وحجم السمك . وتظهر الخصوبة لاختلافات فردية وسنوية وجغرافية . فقد تنتج الإناث المتماثلة في الحجم إنتاجية بيض متباينة وقد يرجع ذلك للعمر وحجم البيض ويرجع أساسا للتأثيرات الوراثية والبيئية على الخصوبة . والاختلافات داخل السنة (الموسمية) في العشيرة ترجع أساسا للبيئة أكثر من رجوعها للتغيرات الوراثية . وقد سجلت اختلافات معنوية داخل العشيرة للإناث المتماثلة الحجم .

وسجلت خصوبة أسماك القرموط بحوالي ٨٩٦ - ٤١٦٨ بيضة بمتوسط قدره ٢٠٨٤ بيضة / أنثى . وفي أحد أنواع العائلة البورية Liza subviridis بلغت ٤٠ - ١٤٥ ألف بيضة . وفي أحد القوابيع Cuckoo ray بلغت الخصوبة ٩٠ بيضة في السنة . ويرتبط حجم البيض بالنمو بعلاقة لوغاريتمية كما قد يرتبط مباشرة بمستوى التغذية ، كما أن زيادة كثافة السمك تعد من تطور البيض بغض النظر عن ارتباطه بالتغذية أو عمر السمك ، كما أن عرض مبايض الإناث في أول موسم تناسله من عشيرة منخفضة الكثافة (معدل التخزين) كان أعرض معنوياً عنه في حالة زيادة كثافة العشيرة . ونفس الشيء بالنسبة لأبماذ المبيض الأخرى من طول وارتفاع ، فقد تأثرت بكثافة السمك في المياه . وعموما فهناك ارتباط معنوي بين حجم المناسل ووزن المياض وكذلك بين وزن المياض ووزن الجسم الكلى . ولم يختلف معنوياً الفرق بين الإناث في أول تناسل وتلك في ثاني تناسل لها بالنسبة للخصوبة أو حجم البيضة عند ثبات كثافة تخزين السمك في الماء ، لكن خصوبة الإناث زادت في أول وثاني تناسل لها عند انخفاض كثافة التخزين عنه عند ارتفاع معدل التخزين .

وقد تظهر بعض الأسماك نوعا من العقم أو عدم تمام الخصوبة infertility ولو لفترة . فقد أظهرت دراسة مبايض المبروك الناضج جنسيا نوع من الامتنصاص البطيء أدى إلى عقم تام لثلاثة مواسم وضع بيض على الأقل .



والعوامل المحددة للخصوبة يمكن إيجازها فيما يلي :

١ - الغذاء :

أهم عامل بيئي يحدد الخصوبة ، وعليه تزيد الخصوبة بزيادة حجم السمك أى بتحسين تغذية السمك فتتمو لنحجم أكبر لتكون أكبر إنتاجية تناسلية عن الأسماك فقيرة التغذية . وفرة الغذاء ترتبط بزيادة الخصوبة والطاقة / جرام مادة جافة من البيض لكن ليس بوزن البيض والطاقة / بيضة أو وزن الجنين . وانخفاض الخصوبة ربما يرتبط بنقص العلف كمية أو نوعا . كثافة الإناث العالية تؤدي إلى نقص الوزن الكلى للبيض وتخفيض الخصوبة لكن البيض أكبر حجما (عنه فى حالة الكثافة المنخفضة للإناث) وذلك لعدم وفرة الغذاء للارتباط السلبي بين الكثافة للقطيع ووفرة الغذاء .

وفى حالة نقص طاقة الغذاء يحدث نوع من الإتران بين النمو الجسمى والجنسى . ولم يكن لمستوى العليقة تأثير على حجم المبيض ، وربما يعمل الكبد كمنظم بين المبيض والجسم ، لذلك تظل المبايض تنمو حتى مع انخفاض الطاقة المستهلكة لبعض أنواع السمك ، إذ تستمد طاقة نمو المبيض من مخزون الجسم لانخفاض استهلاك الغذاء شتاء . لكن ارتفاع معدل استهلاك الغذاء قبل موسم التناسل يؤدي إلى أن تبدأ الأنثى تناسلها فى حجم كبير ، وبالتالي تزداد خصوبتها فى كل مرة وضع بيض ، ثم يؤثر الغذاء فى اثناء موسم التناسل على كل من عدد البيض / وضع ، وكذلك على عدد مرات الوضع ووزن البيض (الجاف) .

٢ - درجة الحرارة :

تؤثر على معدل نضج المبايض لكنها قد لا تؤثر على الإنتاجية التناسلية أو الخصوبة رغم أنه فى بعض الأنواع توجد علاقة ارتباط سلبى ما بين درجة حرارة الماء والخصوبة . وانخفاض درجة الحرارة فى

أثناء وضع البيض قد يردى إلى نقص عدد البيض الموضوع . فالحرارة يخطف تأثيرها باختلاف أطوار دورة المبيض . ولما كان معدل استهلاك الغذاء مرتبطا بدرجة الحرارة فإن انخفاض درجة الحرارة ربما يخفض من الخصوبة لنقص استهلاك الغذاء .

٣ - الضوء :

يتحكم فى نضج المبايض إلا إنه قد لا يؤثر على خصوبة العشائر الطبيعية . إلا أنه تحت الظروف التجريبية فالتحكم فى فترة الإضاءة يمكنها قصر أو إطالة موسم التناسل .

٤ - عوامل أخرى :

كالإصابة بالطفيليات والملوثات البيئية والتي تخفف بعضها من الخصوبة وتثبط نضج المبايض . وأسلوب التكاثر ذاته ، فأسماك الحفش تصل نسبة حيوية أفرادها حتى دور البلوغ أقل من ٠.٠٠١ % ، فالأسماك غير الحارسة لبيضها تجعله يتعرض للتيارات المائية والتقلبات المختلفة فيلعل معظمه ومحصلة ذلك انخفاض الخصوبة للنوع . وتزيد الخصوبة الفردية بزيادة حجم السمك . وتقل الخصوبة فى الأنواع التى تنفذ على ببيها Cannibalism .

مجهود التناسل : Reproductive Effort :

يعبر عنه بمحتوى طاقة البيض بالنسبة محتوى طاقة العلف المستهلك فى الفترة بين مرتين وضع بيض . وذلك كنسبة مئوية ، وقد يطلق عليها كذلك الكلمة الكلية لإنتاج البيض . وطاقة البيض فى المتوسط ٢٣.٤٨ كيلو جول / جم بيض مادة جافة . وهناك ارتباط موجب بين مجهود التناسل وعدد البيض لكل وضع . وهناك علاقة عكسية بين معدل النمو ومجهود التناسل ، علما بأن معدل النمو يرتبط إيجابيا مع العليقة وسلبيا مع وزن الجسم .

ويتطلب تسيج الخصى طاقة أكبر لإنتاجه مما تتطلبه أنسجة المبيض فى بعض الأنواع والعكس صحيح فى أنواع أخرى .

وتوجد علاقة بين معدل بناء البروتين فى خلايا الكبد والحالة التناسلية . إذ كانت أعلى فى الإناث الناضجة فى موسم التناسل بمعدل ٥٠ % عنه فى الإناث غير الناضجة والذكور ، مما يؤدى لفروق فى الاستفادة من الطاقة الميتابوليزمية . وتوجد اختلافات موسمية فى معدلات الميتابوليزم (لا تعتمد على درجة الحرارة) فى عديد من الأنواع السمكية مع أعلى معدل ميتابوليزم على مدار العام يلاحظ فى أثناء فترة التناسل ، نظرا لتكوين السبرمات والبويضات .

ويتقدم العمر يزيد حجم السمك ، وتختلف نسبة الأحماض الأمينية فى الأنسجة المختلفة ، فإثناء نضج المناسل تنخفض نسبة البرولين والجليسين المكونين بنسبة كبيرة للكولاجين فى الأنسجة الضامة وذلك لزيادة حجم الخلايا الجرثومية فتتخفض نسبة النسيج الضام فى المناسل . والليسين والهستيدين والأرجنين تزيد

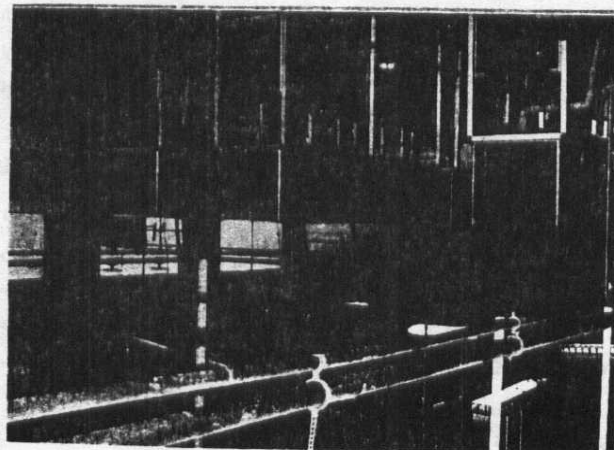
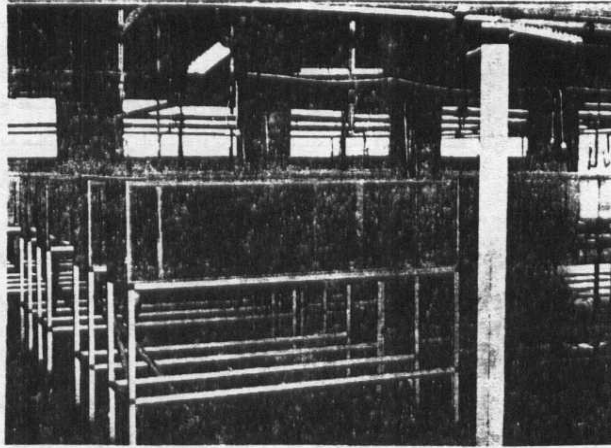
فى التركيز فى الخصى ، بينما يزداد الليسين والإيزوليسين فى كلا الجنسين .

يقل محتوى الدهون فى المبيض فى مرحلة اكتمال التبوؤ ، بينما تظهر الأنسجة الأخرى زيادة معنوية فى المحتوى الدهنى ، ومرة أخرى يزداد المبيض فى محتواه الدهنى زيادة معنوية فى مرحلة عدم النضج عقب مرحلة اكتمال التبوؤ بينما يظهر النسيج الدهنى نقصا معنويا . ويزيادة حجم البيض (لزيادة حجم السمك) يزداد محتواه من الدهون ، بينما يبيض السمك الأصغر طولا وحجما يكون أقل وزنا واحتواء على المادة الجافة والدهون والأزوت .

وينخفض محتوى الزنك فى بويض السمك منخفض نسبة الفقس . وهناك تداخلات ما بين حمض الأسكوربيك والمعادن النادرة فى أثناء دورة التناسل فى السمك بما يؤثر على حيوية البيض . فيرتبط تركيز حمض الأسكوربيك فى الميايض بدورة التناسل فيزيد خلال النمو المبكر للمبيض وتكوين بروتين البيض Vitellogenin (من الكبد) يليه انخفاض فى نهاية المراحل قبل التبوؤ . فيبلغ تركيز الفيتامين فى بويض المبروك ما بين ٩٢ و ٢٠٣ ميكروجرام / جم وزن رطب وفى البكلا (القد) ٨٠ - ٥٣٠ ميكروجرام / جم مما قد يجعل له دورا فى تخليق وتنظيم هرمونات الجنس والنضج الجنسي لإناث الأسماك . وتركيز الفيتامين فى الخصى أقل مما هو فى المبيض ، فهو فى خصى المبروك ٦٢ ميكروجرام / جم وفى خصى البكلا ٥ - ١٠ ميكروجرام / جم . والبيض جيد الفقس يحتوى حمض أسكوربيك بتركيز أعلى من البيض فقير الفقس ، وهذا راجع لتغذية الأمهات ، مما يشير إلى تأثير الفيتامين على انقسام جنين السمك . وقد وجد ارتباط شديد بين تركيز حمض الأسكوربيك وتركيزات الحديد والزنك فى المبيض خلال تطور المبيض مما يؤدى للاعتقاد فى قيام الحديد والزنك بدور وظيفى بيولوجى فى المبيض للسمك مرتبطا بـحمض الأسكوربيك . وياتبوؤ ينخفض محتوى المبيض من حمض الأسكوربيك .

التكاثر الطبيعى : Natural Reproduction :

فى المياه المفتوحة يتم التكاثر بين الأسماك طبيعيا دون سيطرة وتدخل الإنسان ، بينما فى الاستزراع السمكى قد يكون أيضا غير مسيطر عليه Uncontrolled ، وكل ما يجرى هو نقل الزريعة من مصادرها الطبيعية إلى المزارع (كما فى العائلة البورية) . أو أن يتم عمل أحواض خاصة للتفريخ الطبيعى ثم تجمع منها البيرقات (إذا كانت كثافة تخزين الحوض عالية) أو تستمر لرعايتها فى ذات الحوض (كما فى حالة المبروك العادى) . أو أن يكون التكاثر طبيعيا ومتحكما فيه Controlled natural breeding ، أى نصف صناعى Semi - artificial كما فى البلطى الذى يترك فى أحواض لبييض ويخصب البيض ، وقبل أن تخرج الأمهات الزريعة من فمها مباشرة قد تنقل إلى أحواض أخرى لجمع الزريعة بها ، وغالبا فى أحواض وضع البيض توضع الأمهات المنتخبة البالغة ويعدد يتناسب مع الذكور . فقد توضع ٣ أمهات لكل ذكر فى الحوض (جيد صفات الماء واللزامة للتناسل) وعادة تكون أحواض وضع البيض صغيرة المساحة (٢٥ - ٣٠ %) أو زجاجية ، وأحواض الفقس Hatching تكون عادة أكبر من أحواض وضع البيض (٢٠ ضعف المساحة) ومياهها جيدة التغذية .



أحواض زجاجية للتفريغ نصف الصناعي (طبيعي تحت السيطرة) في البلطى

التكاثر الصناعي Artificial Reproduction :

كان استخدام التلقيح الصناعي أول ما استخدم في الأسماك وذلك في القرن الخامس عشر ، وقد أمكن حفظ السائل المنوي لأسماك البليس والسالمون مدة حوالى عام على درجة حرارة - ١٩٦°م دون فقد نشاطه الإخصابى . وقد تم تجريب ونجاح إجراء التكاثر الصناعي في بعض أنواع السمك ويجرى على مستوى تجارى في المبروك والسالمون وغيرها . والتكاثر الصناعي يعطى فرصة لبقاء الأنواع التى لا تتكاثر في الأسر أو بعيدا عن مواطنها الأصلية ، كما يساعد في إنتاج الأنواع المحسنة ، وفى مواجهة احتياجات الاستزراع السمكى وإثراء الأجسام المائية الطبيعية . ويتوقف التكاثر الصناعي على عدة خطوات هي :

١ - اختيار الآباء الناضجة .

٢ - الحقن بخلاصة الغدة النخامية .

٣ - جمع السائل المنوي والبيض .

٤ - إخصاب البيض .

٥ - تحضين البيض المخصب .

٦ - رعاية اليرقات .

فتختار الأسماك الناضجة كبيرة الحجم المتمتعة بصحة جيدة والتي قد تظهر عليها علامات الاستعداد لوضع البيض ، مثل استدارة البطن وطراوتها واحتقان الفتحة التناسلية واحمرارها مع عدم استواء حافتها ، وقد تحتقن كذلك فتحة الشرج وقد تتلون البطن باللون الأحمر في بعض الأسماك النهرية ، وقد تظهر بعض الأسماك لونا خاصا بالتزاوج قبل التبويض . كما تظهر الذكور تساقط قطرات بسيطة من السائل المنوي بالضغط الخفيف على بطونها وقد تخضن المنطقة الظهريّة من الزعنفة الصدرية ، وقد تطلق بعضها صوتا عند إخراجها من الماء .

وقد لا تظهر الأسماك هذه الأعراض إلا بالتنبيه الهرمونى ، لذا تحقن الأسماك (ذكورا وإناثا) بجرعة أو جرعتين من خلاصة النخامية ، وعادة يحقن السمك بجرعة مجزأة ٥٠ ٪ ، ٥٠ ٪ أو ٤٠ ٪ ، ٦٠ ٪ من الجرعة الكلية وبينهما ٦ - ٨ ساعات ، وقد تجزأ الحقنة إلى ٣ جرعات ١٠ ، ٣٠ ، ٦٠ ٪ أو ٢٠ ، ٣٠ ، ٥٠ ٪ من الجرعة الكلية بين كل منها ٦ ساعات . وقد طورت الهند والمجروأمريكا هذا الأسلوب وأنشأت بنكا للنخامية يطلب منه المستخلص في أى وقت . وتتوقف جرعة النخامية على حجم السمك كما تبينها العلاقة

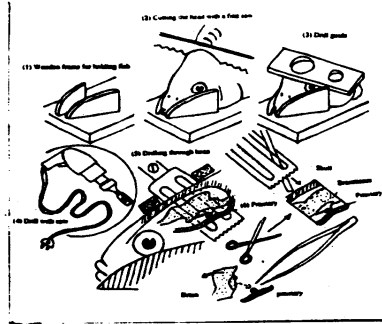
الثابتة التالية للمبروك :

القطر الأقصى للسمك سم	٣٨	٤٠	٤٢	٤٤	٤٦	٤٨	٥٠	٥٢	٥٤	٥٦	٥٨	٦٠
جرعة النخامية الجافة مجم / كجم وزن جسم	٣.٠	٣.٣	٣.٥	٣.٥	٤.٠	٤.٣	٤.٥	٤.٨	٥.٠	٥.٣	٥.٥	٥.٨

ويتم الحصول عادة على الغدة النخامية من أسماك ناضجة حية يفضل أن تكون من نفس نوع السمك المراد تناسله صناعيا ، ثم يتم تجنيس الغدة أو ملحها ، ثم استخلاصها بمحلول ملحي (٠.٧-٠.٦ ٪ ملح طعام) لمدة نصف ساعة لإذابة الهرمون ، ثم يتم التخلص من فضلات النسيج الغدي بالطرد المركزي أو بالتريسيب . وقد تجفف الغدة وتحفظ في الاسيتون في مجفف في أنابيب مغلقة وقد تحفظ الغدة في كحول مطلق على حرارة الغرفة أو في ثلاجة ، كما يمكن حفظها بالتجميد . وعادة يتم الحقن بغدة / كجم وزن جسم بالحقن العضلي أسفل أول شعاع في الزعنفة الظهرية بينها وبين الخط الجانبي وبعمق ٢ - ٣ سم باتجاه الجهة العليا من الجسم ، والذكور عادة تحقن جرعة واحدة في توقيت الجرعة الأخيرة للإناث .

وقد يستعاض بتهيئة الظروف البيئية المحيطة من المعاملة الهرمونية للتنبية للتبويض ، مثل تهيئة العش لوضع البيض أو سطح صناعي لوضع البيض أو أماكن للإخفاء عند وضع البيض ، أو تهيئة الظروف البيئية الأخرى من درجة حرارة وأوكسجين ذائب ومستوى المياه وتوفير الجنس الآخر والتخلص من المفترسات .

وقبل التنبية الهرموني قد تخاط الفتحة التناسلية الأنثوية لمنع نزول البيض . وبعد التنبية الهرموني للإناث والذكور تخدر الإناث (بعد صيدها بشبكة مفتوحة الطرفين أو ملقح) بوضع قطنة مبللة بالمخدر



خطوات استخلاص الغدة النخامية من الأسماك

- ١ - عمل حاجز خشبي لزئق السمك .
- ٢ - قطع القحف (الرأس) بمنشار دقيق .
- ٣ - وضع مرشد خشبي للمثقاب .
- ٤ - مثقاب منشار .
- ٥ - ثقب خلال عظام الرأس .
- ٦ - تخليص النخامية من أسفل أنسجة المخ .

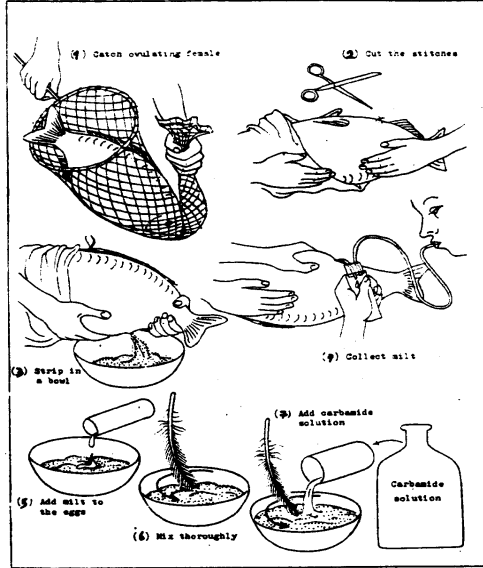
MS-222 في الفم ، ثم تدلك البطن في إثناء ، سواء والأنثى موضوعة على منضدة أو ممسكة باليد وذلك بعد فك غرز الخياطة في الفتحة التناسلية . كما يسحب السائل المنوي من الفتحة التناسلية للذكر (بخرطوم رفيع يصل إلى زجاجة مسنودة ويخرج منها الطرف الآخر للخرطوم لسحبه بالفم) أو بالتدليك لإنزاله على نفس أنية جمع البيض . ثم يقلب بريشة ويضاف إليه محلول كارباميد ويقلب ٣ - ٥ دقائق ويضاف مزيد من محلول الإخصاب (كارباميد) ويقلب باليد ، ثم يغير محلول الكارباميد عدة مرات ثم يوضع البيض في محلول تانين (لترسيب البروتين لإزالة أغلفة البيض) . ويقلب باليد ٣ - ٥ ثوان ، ويغسل ٣ - ٤ مرات بالماء وينقل إلى الحضان الذي تختلف درجة حرارته (٨-٣٠ °م) ومدة التحضين فيه (١٤ ساعة إلى ١٢ يوما) وتختلف اليوم - درجة فيه (من ١٦ إلى ١١٠) حسب نوع السمك . وبعد التحضين اللازم يقدس البيض فتخرج البرقات . وقد يغسل البيض المخضب في معلق طمي لإزالة المادة اللاصقة كما في بيض الحفش .

والسائل المنوي بدون تخفيف قد يحفظ على حرارة الغرفة يوم بخصوبة ٧٤ ٪ ، وعلى ١ °م مدة ٤ أيام بخصوبة ٦٨ - ٨٥ ٪ ، بينما على ١١ °م يومين انخفضت خصوبته إلى ١١ - ٣٦ ٪ وانخفضت إلى صفر بتخزين على ١٦ °م لمدة يومين ، بينما حفظه على صفر °م لمدة ٨ أيام أعطى خصوبة ٩١ ٪ وذلك بدون تخفيف ، وبالمخففات المختلفة تم حفظ الحيوانات المنوية للسالمونات لمدة حتى عام . ومتوسط تركيب بلازما السائل المنوي للسالمونات بالمجم / ١٠٠ مل كانت كالتالي :

صوديوم	بوتاسيوم	مغنسيوم	كالسيوم	كلور	فركتوز	بروتين	pH
١٤٠-٢٨٣	٧٨-٣٦٥	٠.٥-٨.٨	١-٥.٥	٢٦٠-٥٥٢	١-٥.٨	٠.٨-١٢.٥	٧.٣-٨.٣

ويضاف السائل المنوي بنسبة ٥ - ١٠ ٪ من حجم البيض . وقد يتكون محلول الإخصاب من ٣٠ جم يوريا مع ٤٠ جم ملح طعام في ١٠ لتر ماء ، ويستخدم بمعدل ٢ : ١ بالنسبة لحجم البيض الملقح . ومحلول التانين تركيزه ١٥ جم / ١٠ لتر ماء . وكثافة البيض المخضب في الحضان (الذي يتكون من أواني زوج Zoug Jars سواء زجاج أو بلاستيك أو غيره) متباينة وهي للمبروك ١٢٠ ألف بيضة / لتر . وعادة يتم جمع البيض والسائل المنوي بعد حوالي ١٨ ساعة من آخر تنبيه هرموني في المبروك الموضوع في أحواض ماء ساكن على ١٧ - ٢٠ °م .

وعقب وضع البيض في الحضانات يخفض معدل تدفق الماء بما لا يزيد عن ١ - ٢ لتر / دقيقة ويزداد تدريجيا . ويتم التحضين على ٢٠ - ٢٤ °م فيفقس البيض في ظرف ٤ - ٥ أيام للمبروك . وعند الفقس يكون في أواني مبطنه بقماش ناعم كالبرلون



التكاثر الصناعي فى المبروك العادى

- ١ - صيد الإناث البيوضة .
- ٢ - فتح غرز الخياطة التي سبق عملها فى الفتحة التناسلية
- ٣ - ذلك البطن للحصول على البيض
- ٤ - جمع السائل المنوى .
- ٥ - إضافة المنى إلى البيض .
- ٦ - الخلط برفشة .
- ٧ - إضافة محلول الكارباميد .



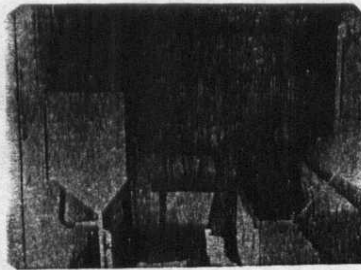
عملية غسل البيض المخصب

إزالة قشور البيض

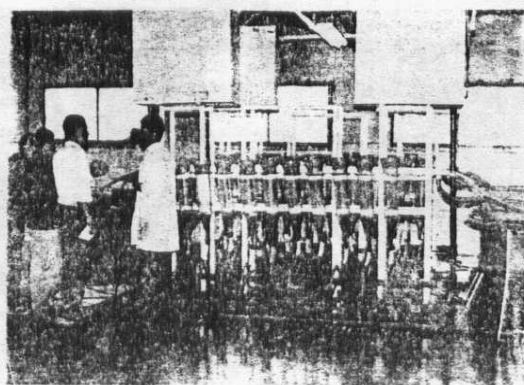


تبويض صناعي لأنثى سمك المبروك

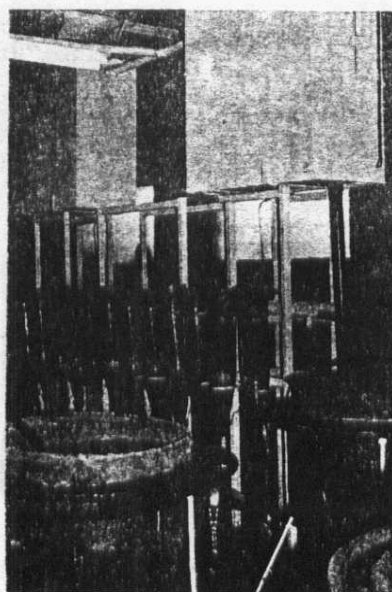
ليسبح برقاد البيض في أول الفقس حتى يمتص كيس الصفار في مدة ٢ - ٤ أيام من الفقس - والفرق بين اليرقات Larvae والزريعة fry هو أن الأولى تتغذى ذاتياً على بقايا كيس الملح ولا تسبح بطريقة السمك بل رأسياً، وتحول اليرقة إلى زريعة عندما تبدأ في ملء مثانتها بالهواء وتقوم أفقياً بطريقة السمك وتاكل الغذاء الخارجى ، سواء الكائنات المجهرية (النباتية و / أو الحيوانية) الطبيعية الموجودة في نفس الأحواض أو النازية في أحواض خاصة وتنقل لتغذية الزريعة في أحواض رعايتها ، أو يتم تغذيتها صناعياً على صفار البيض المسلوق أو بيض الجمبرى (ارتيميا) والقشريات الدقيقة كإفضل أغذية لزريعة الأسماك.



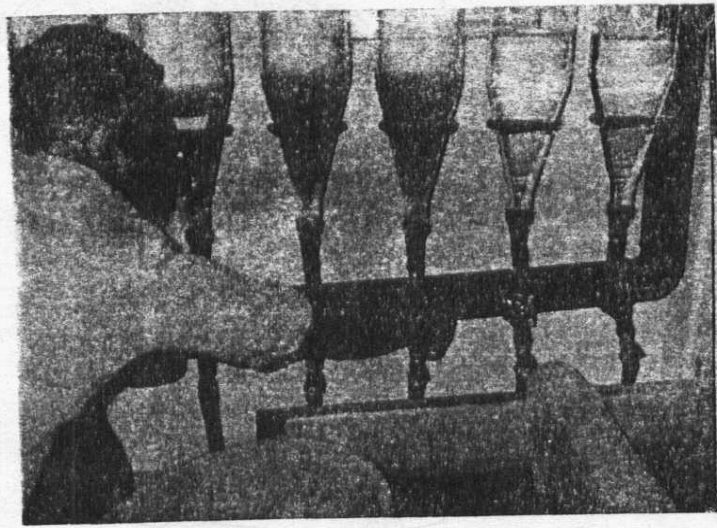
مفرغ متنقل - يوضع حوض إيواء الآباء وأوانى تحضين البيض المخصب
وأوانى ضبط حرارة المياه



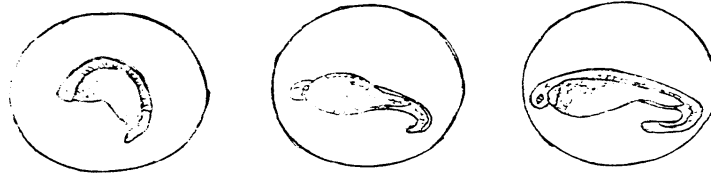
مفرخ ثابت



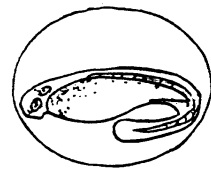
مفرخ سبکی



إناء زوج لتحسين بيض السمك ، لاحظ دفع الماء من أسفل لأعلى



Development of tail and head buds



Egg ready for hatching



Freshly hatched larva



2- days old larva



3- days old larva



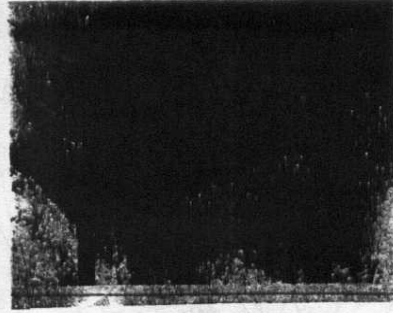
Larva ready for feeding



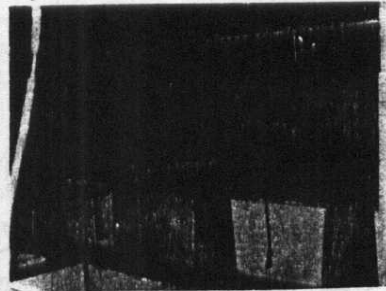
Fry

تطور الجنين واليرقة للأسماك

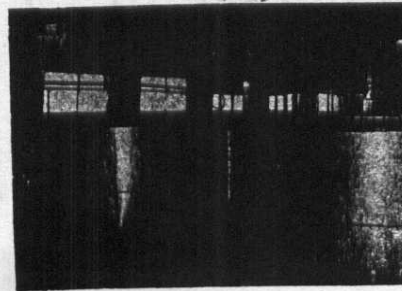
بداية من تطور الذيل والرأس والاستعداد للفقس فيعطي البيض يرقات حديثة الفقس وتتطور حتى تصبح قابلة للتغذية
فتتحول إلى زريعة . .



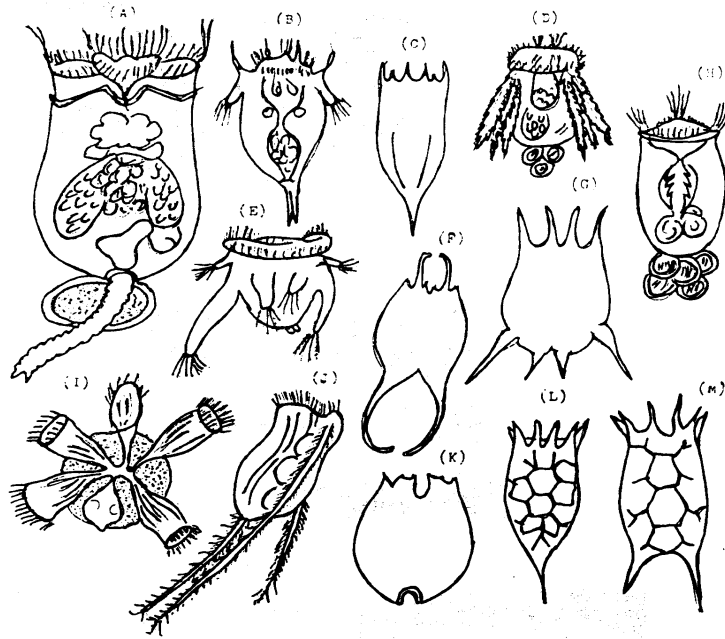
صناديق عد الزريعة



أحواض سمكية زجاجية ولينرجلاس



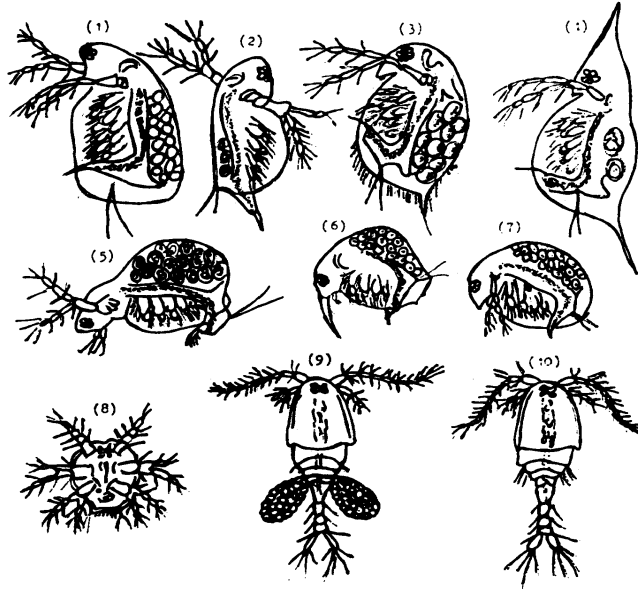
أحواض معدنية لرعاية الزريعة



- | | | |
|---|---|------------------------------------|
| (A) <i>Brachionus calyciflorus</i> | (B) <i>Synchaeta</i> sp. | (C) <i>Notholeca</i> sp. |
| (D) <i>Poliarthra platyptera</i> | (E) <i>Hexarthra mira</i> | (F) <i>Brachionus falcatus</i> |
| (G) <i>Brachionus calyciflorus</i> (shell only) | (H) <i>Asplanchna</i> sp. | (I) <i>Conochilus</i> sp. (colony) |
| (J) <i>Filina</i> sp. | (K) <i>Brachionus angularis</i> (shell) | (L) <i>Keratella cochlearis</i> |
| (M) <i>Keratella quadrata</i> | | |

أشهر أنواع الروتيفيرات ، أهم غذاء طبيعي للزريعة.

1-7 Cladocerans
8-10 Copepods



- (1) *Sida* sp. (2) *Diaphanosoma* sp. (3-4) *Daphnia* sp.
(5) *Moina* sp. (6) *Bosmina* sp. (7) *Chydorus* sp.
(8) *Cyclops* larva (nauplius) (9) *Cyclops* sp. with eggs
(10) *Cyclops* sp. without eggs.

أشهر القشريات المائية العذبة

١ - ٧ : كلانوسيراتات ، ٨ - ١٠ : كوبيبورات

الفصل السادس الجهاز الدورى والغدد الصماء

أولاً : الجهاز الدورى Circulation System

نظراً لمعيشة الأسماك فى الماء فيتجور جهازها الدورى لموامة هذه البيئة، كما تواجت أجهزتها الأخرى من تنفسية وإخراجية وهضمية، وبغيرها من أجهزة وأعضاء وشكل جسم الأسماك.

ويتكون الجهاز الدورى من القلب والأوعية الدموية، ويختلف شكل وتركيب القلب باختلاف الأسماك، فهو فى الأسماك العظمية مكون من ٣ حجرات هي جيب وريدى وأذين وكلاهما رقيق الجدران ثم بطين مثلث الشكل سميك الجدران أسفل الأذين، بينما فى الأسماك الغضروفية يأخذ شكل حرف S ومكون من ٤ حجرات (جيب وريدى ، أذين ، بطين ، مخروط شريانى). ويقوم القلب بضخ سائل الدم أو اللف الدموى فى حركة دائرية حاملاً معه الأوكسجين (الوارد إلى الخياشيم) إلى كافة خلايا الجسم فى دورة انقباض (Contract phase (Systole وبورة انبساط (Relaxation or filling phase (diastole للتبادل الغازى لطرد ثانى أوكسيد الكربون (الوارد من خلايا الجسم) وحمل الأوكسجين فى الخياشيم وأوعيتها الدموية (أو الرئة فى الأسماك الرئوية). والدم الوريدي فقير بالأوكسجين يتجه من الجسم إلى الخياشيم (أو الرئة) مباشرة ومنها ينساب ثانية إلى الجسم فى الدم الشريانى.

وتختلف الأسماك كثيراً فى عدد ضربات القلب (كما يوضحها الجدول التالى لعدد ضربات القلب فى وقت الراحة) عن الحيوانات الأخرى :

الحيوان	عدد ضربات القلب /دقيقة
ثعبان السمك	٤٦ - ٦٨ (على درجة حرارة ١٣ - ١٦°م)
عصافير الكناريا	٨٠٠ - ١٠٠٠
الفئران	٥٥٠ - ٦٥٠
الجرذان	٣٥٠ - ٤٥٠
الرومى	٩٣
الفيصل	٢٥ - ٣٠

ويختلف كذلك حجم الدم في الأسماك فهو أقل عما للحيوانات الأخرى فهو للأسماك العظمية حوالي ٢-٤ مل / ١٠٠ جم، وفي الأسماك الغضروفية حوالي ٦-٨ مل / ١٠٠ جم. ويتوقف حجم الدم الخارج من القلب على عمل الجسم، خاصة وأن قلب السمك واقع تحت تأثير الجهاز العصبي الباراسمبثاوي (الطرفي) بينما في الحيوانات الأخرى يتصل القلب بالجهاز العصبي السمبثاوي (المركزي).

ويختلف التركيز الأسموزي لدم السمك طبقاً للظروف البيئية المحيطة بالسمك ودرجة أقل السمك على هذه الظروف. وفي المتوسط يبلغ التركيز الأسموزي لدم الأسماك العظمية أقل من ٢٠٠ مللى أوزمول في المياه العذبة وأكثر من ٤٠٠ مللى أوزمول للأسماك البحرية. وعليه تبلغ درجة تجمد دم السمك ٠.٦°م للأسماك العظمية للماء العذب وحوالي -٠.٧٥°م للأسماك البحرية. وقد تبلغ درجة حرارة المياه القطبية الشمالية -١.٦°م وفي المياه القطبية الجنوبية -١.٨٦°م، لذا تتحصن الأسماك برفع تركيزها الأسموزي (لعدم تجمدها) بواسطة محتوى الدم من الجليكويروتينات. ويبلغ ضغط الدم في سمك الثعبان ٣٥-٤٠ في الأورطي، وينخفض ضغط الدم بمعدل الثلث عند الخياشيم، كجاء ينخفض بشدة في الأوعية الضيقة.

تركيب الدم : يحمل الدم كثيراً من المركبات العضوية وغير العضوية من بروتينات ودهون ومعادن وفيتامينات وهرمونات، كما يحمل أجساماً (كرات الدم الحمراء والبيضاء) والصقائع الدموية بجانب البلازما، ومصدر لون كرات الدم الحمراء يرجع لاحتوائها على الهيموجلوبين بما يحتوي من صبغة الهيم Heme المحتوية على الحديد. ويقوم الهيموجلوبين بنقل الأوكسجين إلى خلايا الجسم لقيامها بالأكسدة الخلوية ونقل ثاني أوكسيد الكربون الناتج من الميتابوليزم الخلوي. وقد تحتوي الأسماك أكثر من نوع من الهيموجلوبين وقد تغيب الهيموجلوبينات من دماء بعض الأسماك في القطب الجنوبي، كما تتباين الأسماك في شكل وحجم كرات الدم الحمراء، وعليه تختلف النسبة الحجمية لجسيمات الدم hematocrit والتي ترتبط إيجابياً بمحتوى الدم من كرات الدم الحمراء وبالهيموجلوبين. وهيموجلوبين السمك ذو مقدرة عالية على امتصاص الأوكسجين لمواجهة نقص ذائبية الأوكسجين في الدم رغم انخفاض هيماتوكريت السمك الأقل من ٢٥٪ في الأسماك الغضروفية وبين ٢٠-٣٠٪ في الأسماك العظمية وإن بلغت في بعض الأنواع البحرية حوالي ٤٢٪ وانخفاض تركيز الهيموجلوبين في الأسماك إلى ٧-١٠ جم / ١٠٠ مل عادة. والأسماك العظمية في المتوسط لها عدد كرات دم حمراء تبلغ 1×10^6 / مم^٣ وإن بلغت أحياناً في بعض الأنواع البحرية إلى 4×10^6 / مم^٣. وكرات الدم البيضاء في المتوسط أقل من ١٥٠ ألف / مم^٣ وإن تباينت كثيراً حتى داخل النوع الواحد، وأكثرها وجوداً في القراميط هي الترميوسيت، وليمفوسيت، والنيتروفيل، وإن تواجدت المونوسيت في دماء البليس.

وفيما يلي بعض قيم مكونات دم أسماك التراوت :

المكونات	الوحدة	التركيز
النسبة الحجمية لجسيمات الدم	%	٤٢,٨ ± ٠,٩
الهيموجلوبين	جم / لتر	٧٩,٥ ± ٢,٢
بروتين البلازما	جم / لتر	٤٩,٥ ± ١,٣
جلوتاميك أوكسالو استيك	وحدة / لتر	١١,١ ± ١,٦
جلوتاميك بيروفيك	وحدة / لتر	٢٣٦,٨ ± ٢٣,١
فوسفاتاز قاعدي	وحدة / لتر	١٧٢
كالسيوم بلازما	ملي مول / لتر	٣,٣٦ ± ٠,٠٨
ماغنسيوم بلازما	ملي مول / لتر	٠,٣٧ ± ٠,٠٢
فوسفور بلازما	ملي مول / لتر	٣,٩١ ± ٠,١٥
صوديوم بلازما	ملي مول / لتر	١١٦,٥ ± ٢,٦٢
بوتاسيوم بلازما	ملي مول / لتر	٢,٨٣ ± ٠,٢١
زنك	ملي مول / لتر	٠,٣٢ ± ٠,٠١
حديد	ملي مول / لتر	٠,٢٤ ± ٠,٠٠١
جلوكوز	مجم / لتر	٦٤٩
كلويسترون	مجم / ١٠٠ مل	٢٨٩

العوامل المؤثرة في تركيب الدم :

يتباين كثيرا تركيب الدم باختلاف أنواع الأسماك وأعمارها وأحجامها، وحالتها الغذائية، والظروف المرضية، والأحوال البيئية المختلفة.

١ - اختلاف الأنواع : فمقارنة دم أسماك التوتة بدم أسماك الماكريل نجد للتوتة هيما توكريت ٤٢ - ٦٦ % وفيه هيموجلوبين ١١ - ٢٢,٣ جم / ١٠٠ مل وعدد كرات دم حمراء ٢,٣١ - ٤,٨ × ١٠^٦ / مم^٣ بينما في الماكريل كانت هذه القيم على الترتيب ٢٦ - ٦١ % ٧ - ٢٢ جم / ١٠٠ مل ١,٥ - ٦,١٣ × ١٠^٦ / مم^٣.

وفي دراسة أكبر لأنواع عديدة من رتب السمك المختلفة اتضح كذلك وجود فروق معنوية فيما بينها كما يظهره الجدول التالي :

تركيز بلازما الدم لرتب مختلفة من الأسماك البحرية من بعض الأيونات غير العضوية بالملي مول.

رتب السمك	تركيز الأيونات الإلكترونية				
	صوديوم	بوتاسيوم	كلور	كالسيوم	مغنسيوم
مستديرة الفم Cyclostomes	١٩±٤٦٢	١,±٩,٠٠	٢٢±٤٥٣	٠,٧±٦,٣	١٠,١
كاملة الرأس Holocephalans	٢٥±٣١٧	١,٢±٧,٩	١٨±٣١٨	٠,٤±٤,٣	٠,٨±٣,٨
صفائح الخياشيم Elasmobranchs	١٢±٢٦٢	٠,٩±٤,٧	١٢±٢٥٥	٠,٣±٤,٠	٠,٥±١,٧
كاملة التعظم Teleosts	٩±١٧٧	٠,٩±٥,٤	١١±١٧٢	٠,٦±٣,٦	١,٥±٢,٦

٢ - العمر والحجم : يرتبط محتوى الدم من الهيموجلوبين والهيماتوكريت والبروتين الكلي تركيزا سلبيا إيجابيا مع طول سمك الفرخ متسع الفم ، كما ارتبط الهيموجلوبين والهيماتوكريت إيجابيا في نفس السمك مع العمر . وقدرت محتويات دم هذه الأسماك في حدود ٠.٩٨ - ٢.٧٦ × ١٠^٦ / مل تركيزات دم حمراء ، ٢.٠ - ٨.٧ / جم / ١٠٠ مل هيموجلوبين ، ١٤ - ٥٧ % هيماتوكريت ، ٣ - ٣١٦ / ١٠٠ مل جلوكوز ، ٠.٨ - ١٨.٨ / جم / ١٠٠ مل بروتين بلازما ، وتوقفت هذه الفروق المتسعة في تركيزات المكونات على عمر ووزن وطول السمك .

٣ - الحالة الفسيولوجية والجنسية : انخفض محتوى دم أسماك التراوت من عذرات الدم الحمراء والهيماتوكريت والهيموجلوبين والتركيز الأسموزي للبلازما من أكتوبر إلى مارس ، ووجدت فروق بين الجنسين في كل التقديرات ، ولم ترتبط هذه المقاييس بفترة الإضاءة ولا بدرجة الحرارة ، إذ تقل هذه التقديرات في أثناء وقت التناسل ، كما زادت معنويا أعداد الثرومبوسيت بينما انخفضت أعداد خلايا النيوتروفيل . كما أظهرت الأسماك العظمية ارتباطا موجبا بين مستويات الهيموجلوبين والهيماتوكريت مع نشاط الأسماك ، كما أعطت الأنواع الأنشط أعلى تركيز لجلوكوز الدم .

٤ - الحالة الغذائية : بتحسّن الحالة الغذائية (بتقدم العمر) فيزداد ما تتناوله الأسماك من حديد فيزيد بالتالي محتوى هيموجلوبين الدم والهيماتوكريت بل وجلوكوز الدم كذلك . فقد وجد أن التراوت المغذى على مستوى عال من الكربوهيدرات كان له مستويات جلوكوز دم أعلى من تلك المغذى على علائق مرتفعة البروتين (والتي تعطى مستويات أعلى من الأحماض الأمينية في الدم عنه في مرتفعة الكربوهيدرات) . وعند صيام التراوت ينخفض محتوى بلازما دماؤها من البروتين والفوسفاتاز القاعدي . وقد كان هناك ارتباط معنوي بين معامل الحالة Condition Factor (المتوقف على حجم ووزن وعمر وبيئة السمك خاصة الغذائية) والأنشطة الإنزيمية المختلفة وكذلك تركيز البروتين . والتراوت المغذى يعكس انخفاضا في نشاط إنزيم اللاكتات دى هيدروجيناز . وقد لا يختلف تركيز جلوكوز دماء الأسماك الصائمة (مبروك ، شمبان أوربي ، شمبان ياباني) نتيجة تخليق الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis خاصة الأحماض الأمينية (في البلازما والتي مصدرها البروتين الجسمي) .

٥ - درجة الحرارة : ثبت أن ارتفاع درجة الحرارة (٢٠.٥ - ٢٢ °م) للتراوت يزيد من نشاط معظم إنزيمات السيرم (لاكتيك دى هيدروجيناز، هيدروكسى بيوتريك دى هيدروجيناز، جلوتاميك أوكسالو اسيتيك، وجلوتاميك بيروفيك ترانس اميناز، جلوتاميك دى هيدروجيناز، فوسفاتاز قاعدى، ليوسين امينو بيتيداز). بينما فى المبروك يؤدى انخفاض درجة الحرارة (فى شهور يناير وفبراير) إلى نقص معنوى فى تركيزات الصوديوم والبوتاسيوم و الكلور فى الدم ، بينما زاد كالسيوم الدم وانخفض البروتين فى فترة نضج المبيض ووضع البيض. وبانخفاض درجة حرارة البيئة يزداد بروتين السيرم معنويا .

٦ - تركيز الأوكسجين الذائب : بانخفاض تركيز الأوكسجين الذائب فى الماء انخفض ثانى أوكسيد كربون الدم واليوريا والبروتين الكلى وحمض اليوريك والكرياتينين والصوديوم والبليروبين الكلى فى دم أسماك القراميط ، بينما زاد نشاط إنزيم الفوسفاتاز القاعدى ومستوى الفوسفور والكالسيوم والكوليسترول والجلوكوز . فقد أعطى القرموط تركيزات مكونات الدم التالية :

مكونات الدم	الوحدة	المدى	المتوسط
ك ٢١	ملى مكافىء / لتر	٣١.٧ - ٣.٨	١٧.٨
جلوكوز	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ١٦٨	٧٧.٨
أزوت اليوريا	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٣.٤	١.٤٤
بروتين كلى	جم / ١٠٠ مل	٦.٣ - ٢.٧	٤.٥
البليوبين	جم / ١٠٠ مل	صفر - ١.٩٦	٠.٧٨
كوليسترول	مجم / ١٠٠ مل	٣٤٥ - ٧٠	٢١٢
حمض يوريك	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٢.٥	١.٣
كرياتينين	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ٣.٧	١.٧٨
بليروبين كلى	مجم / ١٠٠ مل	صفر - ١.٤	٠.٤
صوديوم	ملى مكافىء / لتر	١٦٨ - ١٠.٥	١٣٧
بوتاسيوم	ملى مكافىء / لتر	صفر - ٤.٦	٢.١١
كالسيوم	مجم / ١٠٠ مل	١٤.٥ - ٣.٩	٩.٢
فوسفور	مجم / ١٠٠ مل	٢٤.٨ - ٧.٦	١٦.٢

٧ - الحالة المرضية والتلوث : قد يقل تركيزات البروتين فى سيرم التراوت فى حالات الإصابات بالأمراض البكتيرية والفيروسية لكنه لا يزيد فى السمك المصاب بالتهاب الكبد hepatoma . ويتعرض أسماك التراوت لتلوث نيتريتى أدى إلى زيادة معنوية جدا فى تركيز نيتريت بالدم وذلك بعد زيادة

تركيز الميتهموجلوبين من ٣ إلى ٦٠ ٪ ، كما أدى هذا التلوث إلى انخفاض في تركيزات البلازما من الصوديوم والبوتاسيوم والكلور، وبعد زيادة حجم كرات الدم الحمراء قل حجم الكرات الحديثة التكوين مع زيادة عددها وانخفاض محتواها الهيموجلوبيني.

التخدير والتهدئة : Narcosis & Tranquilization

لجمع عينات دم الأسماك لدراساتها لابد من تهدئة السمك أو تخديره لسبب سحب عينة الدم من القلب أو غيره من الأوعية الدموية ، لذلك تستخدم المهدئات Tranquillizers ومن بينها (مواد التخدير anaesthesia) :

١ - كينالدين (كوينالدين) Chinaldin or quinaldine وتركيبه الكيميائي عبارة عن كينولين (2 - 4 - methylchinolin) وهو زيتي ويستخدم في حمام بتركيز ٠.١ مل / لتر .

٢ - MS - 222 وتركيبه الكيميائي TricaineMethanesulfonat وهو بللورات ذائبة في الماء يباع في صورة مسحوق، ويستخدم بتركيز ٥٠ - ١٠٠ مجم / لتر في حمام لمدة ١ - ٣ دقيقة أو بالرش على الخياشيم. وقد يباع تحت اسم تجاري آخر (حسب الشركة المنتجة) وهو فينكويل finquil . وهو الأكثر والأسهل استعمال والأقل خطورة على السمك .

٣ - فسينوكسسي إيثانول Phenoxy Ethanol ، ترى كلورميسيثيل بروبانول Trichloromethylpropanol ، وتستخدم بتركيز ٥٠٠ مل / لتر من الأول ، ١ جم / لتر من الثاني .

وهذه المهدئات ووسائل التخدير لا تستخدم فقط عند سحب عينات الدم بل كذلك عند جمع السائل المنوي ووضع البيض (في التفريخ الصناعي للسمك) وعند ترقيم السمك ونقله وعلاجه وتجنيسه ، وقد تستخدم للتسكين Sedation فقط دون تخدير حتى يقل معدل الميتابوليزم واستهلاك الأوكسجين وخفض إخراج نواتج الميتابوليزم إلى الماء ، كما يقلل الأضرار الطبيعية ، إذ أن الاضطرابات تؤدي إلى :

١ - إفراز الكاتيكولامينات Catecholamines (ابينفرين ، نورابينفرين) من الجهاز العصبي السمبثاوي مؤديا إلى زيادة جلوكوز وكتات الدم وسرعة ضربات القلب وزيادة سرعة التنفس ، تعدد الأوعية الدموية، وزيادة الحركة التقلصية .

ب - إفراز الكورتيزول Cortisol من الكلى مسببا سحب البروتين وزيادة تخليقه وتثبيط النمو ، وزيادة إنتاج الجلوكوز من بروتين الأنسجة ، وزيادة إنتاج ونشاط إنزيم $Na^{+} / K^{+} - ATPase$.

العوامل المؤثرة على إستجابة السمك للتخدير :

يعمل التخدير من خلال تثبيط الجهاز العصبى المركزى، وهناك علاقة عكسية بين جرعة المخدر ودرجة رقى وتطور الحيوان وعليه فيحتاج السمك جرعة أكبر من المخدر عما تحتاجه الثدييات لإحداث نفس التأثير. وقد يؤدي استخدام المخدر إلى تسكين أو تخدير أو موت تخديرى Narcotic death على حسب الجرعة ومدة التعرض لها. وبشكل عام هناك ٣ طرق للتسكين والتخدير فى السمك، إما باستخدام العقاقير والغازات، أو إحداث انخفاض فى درجة حرارة الجسم hypothermia ، أو التعرض لتيار كهربى. ويشترط فى المسكن أو المخدر من العقاقير والغازات أن تكون فعالة بجرعة منخفضة بعيدة عن الجرعة السامة. ولا تسبب زيادة نشاط السمك مع سهولة ذوبانها فى الماء ووفرتها بكم كبير مع أمانها للأشخاص.

والعوامل المؤثرة على كفاءة التخدير فى السمك هى :

١ - عوامل بيولوجية : نسبة مسطح الخياشيم لوزن الجسم (أى النوع) ، معدل الميتابوليزم (أى الحجم والوزن) ، الأسماك الزيتية (أى محتوى الدهن) ، محتوى الدهن (الجنس والنضج الجنسي)، فترة ما بعد الوضع (حالة الجسم) ، الحالة المرضية.

٢ - عوامل بيئية : كالحرارة، وتركيز أيون الأيدروجين والملوحة ومحتوى المعادن فى البيئة (مضادات الكالسيوم) .

فالأسماك التى مسطح خياشيمها إلى جسمها كبير يسهل تخديرها، كما أن الأسماك الكبيرة تتخدر أسرع من الصغيرة وفى البلطى مثلا تعود الزريعة لطبيعتها أسرع من البالغة رغم تخديرهم معا بنفس الجرعة، والأسماك الكبيرة أو فى موسم التناسل تكون دهنها أكثر، فعند تخديرها بمخدر ينوب فى الدهون MS 222 & benzocaine فإن تخديرها يطول وعودتها من التخدير تكون بطيئة، والأسماك المريضة والشاحبة تكون حساسة جدا للتخدير. ولا يؤثر التخدير على نمو السمك وتبويضه.

واستخدام MS 222 & benzocaine فى درجات الحرارة العالية يتطلب منها جرعة عالية لإحداث نفس التأثير بالجرعة المنخفضة على حرارة أقل. ويفقد Quinaldine كفاءته التخديرية بانخفاض pH، كما يفسد المستوى العالى من كالسيوم الماء الفعل التخديرى للباربيتورات barbiturates.

ويتم التخدير بالإستنشاق أو بالحقن ، موضعيا أو كليا .

التخدير بالاستنشاق : Inhalation anaesthesia

يستخدم مخدر سائل لاستنشاق السمك لدخوله لتيار الدم الشرياني كاختصار طريق للجهاز العصبي المركزي ويعود السمك إلى ماء نظيف يخرج العقار أو ناتج ميتابوليزمه عن طريق الخياشيم ويتم التخدير بغمس السمك مباشرة في إناء يحتوى على التركيز المناسب من مادة التخدير للمدة المناسبة ثم تجرى المعاملات أوتؤخذ المقاييس ثم توضع الأسماك في إناء آخر به ماء نظيف قبل إعادتها للأحواض . في حالة كثرة العمل الذي يتطلب إطالة مدة التخدير فقد يقف التنفس لذا يستخدم التنفس الصناعي وهناك طرق عديدة لتوصيل محلول المخدر إلى الأسماك بأن تمد السمكة في فمها بمحلول المخدر مشبع بالأكسجين ويجمع الخارج من الخياشيم ليضخ في الإناء الأصلي المشبع بالأكسجين وهكذا وذلك بعد تسكين السمك بغمسه في محلول المخدر ثم وضعه على حامل ويوضع في فمه خرطوم محلول المخدر المزود بالأكسجين لإزالة كـ ٢١ منه مع رش جلد السمك بالماء باستمرار إذا طالت العملية للمحافظة على حرارة الجسم وعدم جفاف الجلد.

ومن مواد التخدير المستخدمة في التخدير بالاستنشاق قائمة كبيرة بعضها اختفى ولم يستخدم بعد منذ زمن بعيد مثل اليوريثان Urethane لأنه يسبب السرطان رغم فعاليته الجيدة في التخدير وباقي المجموعة المستخدمة في حالات معينة بروبيوكسات propoxate بيسكائين piscaine ، سيكوباربيتال Seccobarbital ، إثير diethyl ether ، ٤ - ستيريل بيريدين 4-S tyrylpyridine ، كما تستخدم أحيانا بفعالية كذلك صوديوم أميتال Sodium Amytal ، صوديوم بنتوباربيتون Sodium pentobarbitone وهناك مجموعة أخرى فعالة لكن لها تأثيرات جانبية لذلك لا تستخدم الآن بكثرة مثل كورال هيدرات Choral hydrate ، تيرتيرى كحول الأميل tertiary amly alcohol ، ميثيل بارافينول methyl parafynol ، كلورفورم chloroform ، ترى بروموسو إيثانول tribromoethanol ، كلور بيوتانول Chlorbutanol ، أما المجموعة الأكثر استخداما فتتكون من ترى كايين ميثان سلفونات MS 222 Tricaine methane sulphonate ، بنزوكاين Benzocaine ، كوينالدين وكوينالدين سلفات Quinaldine and quinaldline sulphate ، ٢ - فينوكس إيثانول Phenoxyethanol - 2 .

١- هـ فينوكس إيثانول : سائل زيتي يحل بالرج مع كمية بسيطة من الماء. الجرعة ٠.٥ سم / لتر (٣٨٥ مجم / لتر) تحدث تخديرا عاما ، بينما الجرعة الأقل تحدث تسكينا ، والسائل مضاد للبكتريا والفطر وهذا يفيد في العمليات الجراحية، ويظل المحلول فعال على الأقل ٣ أيام.

٢ - كوينالدين : سائل زيتي يجب إذابته في إسيبتون كي يخلط مع الماء، غير فعال على pH5 أو أقل ، وتزيد فعاليته بزيادة pH (ورغم فعاليته فإنه مهيج وغير ذائب ومتلف للقرنية في السالمونات) . سلفات الكوينالدين ذائبه في الماء لكنها غير متوفرة تجاريا، رخص الكوينالدين جعله وسيلة شائعة الاستخدام في جمع السمك.

٣ - ترى كايين ميثان سلفونات أو MS222 : استخدام مع كثير من الأنواع، حامضى سريع الذوبان فى الماء، انخفاض pH المحلول مهيج للسمك وقد نشر كثيرا عن العواقب الفسيولوجية لاستخدامه لزيادة جلوكوز الدم hyperglycaemia، ونقص الاوكسيجين hypoxia، وشلل عضلات التنفس hyperapnia، وتغيرات فى اليكتروليات الدم وهرموناته والكوليسترول واليوريا واللاكتات وحمض الاسكوربيك وإن كانت هذه التغيرات قد تحدث نتيجة تناول الأسماك. فعاليتها بجرعة ١٠ - ٤٠ مجم / لتر للسالمونات وحتى ١٠٠ مجم / لتر للبلطي والقرايط.

٤ - بنزوكاين (اثيل - ٤ - امينو بنزوات) : شديد الشبة بمركب MS222 لكنه غير ذائب فى الماء، لذا يجب إذابته أولاً فى الأسيتون أو الإيثانول ويحضر منه محلول عمل بتركيز ١٠٠ جم / لتر فى زجاجة داكنة اللون يمكن حفظها على الأقل لمدة سنة. وفى المحلول فإن البنزوكاين متعادل وأقل ضرراً عن MS222 رغم أنه له كذلك بعض الآثار الجانبية والجرعة الفعالة تماثل جرعة MS 222 أى حتى ١٠٠ مجم / لتر (بتخفيف محلول العمل ١٠٠ جم / لتر).

٥ - بروبيوكسات : له خواص تخديرية قوية تفوق مركب MS 222 مائة مرة. سريع التأثير بجرعة ٤ مجم / لتر (٣٠ - ٦٠ ثانية) بطيء (٥ - ٩ دقائق) بجرعة أقل (١ مجم / لتر) . وله تأثير علاجي فى نفس الوقت إلا أن العقار مكلف جداً لذلك فلا يعرف الكثير عن ميثابوليزمه وتأثيراته.

التخدير بطرق غير طريق القناة الهضمية Parenteral anaesthesia :

يفضل فى حالة طول مدة العمليات المتطلبة تخديراً أن تسكن الأسماك بالمخدر بالإستنشاق لمنع ضغوط التداول ثم توزن السمكة وتحدد الجرعة وتحقن فى غلاف الأحشاء فى البريتون Intrapertoneal أو فى الأوعية Intravascular أو فى العضل Intramuscular وأكثرها شيوعاً الحقن فى التجويف البريتونى بإبرة رفيعة لامتناس مادة التخدير خلال أوعية دم الأحشاء فيحدث التخدير ببطء. وفى السمك الكبير تحقن فى الأوعية بإبرة مناسبة سواء فى الشريان الذيلى أو فى تجويف زعنفي معين . كما تمتص الجرعة الصغيرة بسرعة لو حقنت فى العضلات الجانبية الحمراء فى بعض الأسماك المميزة لهذه المنطقة. وهناك قائمة عقاقير تخديرية عن غير طريق القناة الهضمية لكن المستخدم عملياً منها ٣ مركبات هى :

١ - نيمبيوتال (صوديوم بنتوباربيتون)

Nembutal (Sodium pentobarbitone)

محلول حقن فعال بجرعة ٤٨ - ٧٢ مجم / كجم فى البريتون، ويستمر التخدير طويلاً (٦ - ٢٤ ساعة) حسب الجرعة، ومشكلته ببطء الاستشفاء من التخدير، وهو لا يفرز عن طريق الخياشيم مما يفسر طول مدة فعاليته، وقد يكون مميت لبعض الأسماك بجرعة ٦٠ مجم / كجم بينما

يخدرها بجرعة ٦ مجم / كجم.

٢ - بروبانيديد (ايبوتول) (Eponotol) Propanidid : فعال بجرعة ٨ - ٩ مجم / كجم فى الثدييات بينما يلزم ٣٢٥ مجم / كجم لحقن التراوت فى البريتون لتخدير فعال فيستمر فعله حوالى ٢٥ ساعة . وهو لا يحدث ضغوطا كبيرة على التنفس كما تتسبب الاسماك نسبيا بلا مشاكل.

٣ - الفاكسولون (سافان) (Saffan) Alphaxalone :

عقار ممتاز للتخدير الطويل ومن مزاياه تنظيم وتقوية ضربات القلب كما يمد الوعية الدموية بشكل عام مما يوفر الأوكسجين للدم ، والجرعة المنخفضة (١٢ مجم / كجم) ربما تحافظ على التنفس والدورة الدموية فى مستواها الاساسى . الجرعة العالية (فوق ٢٤ مجم / كجم فى التراوت) ربما تؤثر على التنفس فتبطئه أو تمنعه كلية .

طرق كيميائية أخرى : Other Chemical Methods

قد يجرى التخدير بإضافة الكيماويات للغذاء أو إذابة الغازات التخديرية Narcotic Gases

١ - الكيماويات فى الغذاء : طريقة خالية نسبيا من أى ضغوط ، فيغذى على عليقة مضغوطة محتوية على ديازيبام diazipam ومشكلتها بطء امتصاص المخدر عن طريق المعدة . وعدم إمكان التنبؤ بالكمية المستهلكة من المخدر .

٢ - الغازات : التخدير الغازى للسمك غير ممكن ، إلا إذا كان الغاز ذائبا نسبيا فى الماء لكن الاسماك التى تتنفس الهواء كالفرايط والطحبان وحيد الخياشيم يمكن تخديرها غازيا لكنها لم تجرب أو تختبر بعد .

فقد استخدم التخديرى غاز ك أ٢ لكن كسمكن فى النقل لسهولة ذوبانه فى الماء ، والتكنيك بسيط لا يتعدى دفع الغاز من أنبوبة خاصة إلى الماء لكن يصعب التحكم فى تركيزه النهائى فى الماء وصعوبتها كذلك فى حفظ تركيز ٢١ مع رفع تركيز ك أ٢ .

ويستخدم غاز الهالوثان halothane بفعالية فى تخدير السمك بجرعة ٥ - ٢٠ . ٠ مل / لتر ويمكن تبخير الغاز وإذابته . ويتوقف التخدير على الجرعة ويمتاز بسرعة الاستشفاء من التخدير (٢ - ٥ دقائق) لكن صعب الذوبان فى الماء فيصعب التحكم فى التكنيك ، ولذا قد تنال الاسماك جرعة هالوثان نقى معينة .

طرق غير كيميائية : Non Chemical methods

يمكن تسكين السمك دون استخدام كيمياويات وذلك بطريقتين :

١ - خفض درجة الحرارة Hypothermia :

تؤثر الحرارة على النشاط واستهلاك O_2 فتتخفض معدل الميتابوليزم للسمك وكذلك على كفاءة تحميل الماء بالأكسجين. فخفض حرارة الماء تهدئ أو تسكن السمك ويتم التبريد في ثلاجات أو بإضافة الثلج أو استخدام الثلج الجاف (معزولا عن الماء كيميائيا لكن متصل به حرارياً). وتتوقف كمية التبريد على التاريخ الحرارى السابق لنوع السمك وحرارة تأكله والمدى الحرارى المحتمل.

وقد استخدم هذا التكنيك فى النقل وتحدث حالات نفوق لا يعرف إن كانت ترجع لشدة التبريد أو للمهدئات الأخرى الكيميائية التى تضاف معها عادة .

وجد أن خفض درجة الحرارة $6^{\circ}C$ يمكن استعمالها مع قفس البلطي المتأقلم على $25^{\circ}C$ وخفضها أكثر يسبب نفوقا ملحوظا وعند استخدامها مع مخدر كيميائى (بنزوكاين) فإن الجرعة المؤثرة العادية يجب خفضها بمعدل ٣٠٪ .

٢ - تخدير كهربى

: Electroanaesthesia (Electroimmobilisation)

بدل للتخدير الكيميائى أن تستخدم الكهرباء، سواء تيار متردد أو مستمر ، فيؤدى إلى تسكين السمك. وقد استخدم م لسنوات طويلة فى الصيد الكهربى ويطلق على التسكين الكهربى بالتيار المستمر Galvonarcosis فقد أمكن إحداث شلل للتراوت عمر سنة Yearling بوضعها فى حقل كهربى قوته ٠.٦ فولت / سم تيار مستمر فتتحرك الأسماك جهة القطب الموجب anode وتفقد اتزانها وتسكن بينما الباطنى يتطلب تيار مستمر قوة حقله حوالى ٢ فولت / سم لإحداث تأثير مشابهة وتستشفى الأسماك فى الحال لو خرجت من الحقل الكهربى أو قطع التيار.

أما التيار المتردد فلا يزول تأثيره بقطع التيار، ويتوقف تأثيره على شدة التيار من تسكين إلى تخدير electronarcosis ويختلف رد فعل السمك فى الحقل الكهربى على حسب شدة الحقل الكهربى ومدة التنبيه الكهربى والشكل الظاهرى لجسم السمك.

وتتأثر الأسماك الكبيرة أسرع من الصغيرة والمهم هو فرق الجهد بين الذيل والرأس، فالأسماك الطويلة تلتقط فرق جهد أكبر من القصيرة، وعليه فيقف التخدير الكهربى إن لم تكن الأسماك موازية لاتجاه تدفق الالكترونات.

وميزة التخدير الكهربى تخفيض عبء الصيد بالشبك، سواء للسماك أو للعامل وقد لوحظ أن التخدير الكهربى يسبب تغييرات دموية شبيهة بما تحدثه مواد التخدير الكيماوية.

وقد استخدم التخدير الكهربى لمدة ٣٠ ثانية بتيار ١١٠ فولت على ٣٥٠ مللى أمبير . والتخدير الكهربى منافس مفيد للتخدير الكيماوى لفائدة التغييرات الفسيولوجية التى تسبب فيها عن تلك التى يسببها MS222 .

ومعوما بعد توقف الأسماك عن العوم لتخديرها تنقل من حوض التخدير إلى قطن مبلل مع استمرار بلل القشور وحرقن الدم والخياشيم بماء يحتوى المخدر بواسطة سرنجة . وينزل أثر التخدير فى ظروف هـ دقائق (باستخدام MS222) من وضع السمك فى أحواض الاستشفاء ، ويمكن تحريك الأسماك إلى الأمام والخلف فى الماء مع المساعدة على التنفس والتدليك الخفيف للصدر من الخارج بالأصابع . ولا يستخدم ماء الصنبور الطازج فى التخدير لاحتوائه على الكلور . هذا وقد يستخدم أكثر من مخدر فى نفس الوقت مثل الكوينالدين مع MS222 .

الآثار الجانبية للتخدير : Side Effects of Anaesthetization

رغم أن استخدام مركب التريكاين ميثان سلفونات (MS - 222) فى أثناء تجنيس وتزاوج القراميط لم يؤثر سلبياً على نجاح التهويز أو حيوية الزريعة ، إلا أنه قد تم تسجيل كثير من أعراض الضغوط Stresses الكيماوية على أسماك البلطى الموزمبيقى والمبروك العادى والسالمون التى خدرت بهذا المخدر كما ظهرت هذه الأعراض فى شكل تغييرات فى صورة الدم ، واستخدام هذا المخدر فى صورة متعادلة - (بالصودا الكاوية) تحسن صورة الدم وتعمل على ثبات الاتزان العامضى / القاعضى وحجم وعدد كرات الدم الحمراء ، وقد ظهر أن التراوت يقاوم لحد كبير ضغوط هذا المخدر عن المبروك وعن البلطى .

ويزيادة جرعة الكوينالدين يقل استهلاك السمك للأوكسجين للأحجام المتوسطة ، بينما التركيز المنخفض مع الأسماك الصغيرة تزيد لحد ما من استهلاك الأوكسجين .

وتلدى الجرعة الزائدة overdose من المهدئات هامة إلى قلق restlessness وسوء توجيه disorientation وتشنج convulsion وغيبوبة coma فنفاق death . وقد تلدى الجرعة الروتينية إلى خفض خطير فى ضغط الدم serious hypotension . ولا يحدث التسمم فى التخدير الموضعى إلا إذا قابل الحقن بالمخدر حسباً بالصفة .

منع التجلط Anticoagulation :

لتداول الدم الكامل للتحليل بصورة الدم من حيث الهيموجلوبين أو الهيماتوكريت أو عدد كرات الدم وتصنيفها ومحتويات الدم (الكامل) المختلفة ، أو للحصول على البلازما من الدم للتحاليل المختلفة ، يستلزم ذلك إضافة مواد مانعة لتجلط الدم وأهمها وأكثرها انتشاراً واستخداماً هو الهيبارين heparin (رغم عدم ملائمته للاستخدام عند إجراء تقديرات معينة) . وأفضل جرعة هيبارين استخدمت لدماء الأسماك الماء العذب هي ٤ مجم/ مل دم (أى ١٩ وحدة دولية / مل ، حيث إن الوحدة الدولية من الهيبارين تعادل ٠.٠٧٧ . . . مجم) فأعطت أفضل نتائج . كما استخدم ملح بوتاسيومى من EDTA بتركيز ٢ مل (من محلول ١٥ ٪) / أنبوية مفرغة . وقد تستخدم الأملاح المختلفة الأخرى المستخدمة عادة كموانع لتجلط لدماء الحيوانات والإنسان . وعموماً فسيرم الأسماك أكثر ثباتاً من سيرم الإنسان على درجتى حرارة ٢٥° م ، ٤° م ويمائله فى الثبات على - ١٠° م .

ثانياً : الغدد الصماء Endocrines

وهى الغدد ذات الإفراز الداخلى أى عديمة القنوات (لا قنوية) ، وتحتوى القناة الهضمية للأسماك - مثلاً - على عدد كبير من الخلايا ذات الإفراز الداخلى وهى خلايا بنكرياسية معوية - Gastro entero - pancreatic endocrine cells تخلق هرمونات عديدة الببتيد ، منها الأنسولين Insulin والجاسترين Gastrin (من جزر لانجرهانز) والسيكرتين والكوليسيستوكينين وشبيهه والهيستامين (من الأمعاء) وشبيهه السيروتولين والهيستامين (من المعدة) . وتحتوى أنسجة جزر البنكرياس فى الأسماك العظمية على خلايا بيتا المفرزة للأنسولين ، وعلى خلايا الفا المفرزة للجلوكاغون وقد تحتوى كذلك على خلايا دلتا المفرزة للسوماتوستاتين .

ونقص الأنسولين فى الأسماك يزيد من تركيز جلوكوز وأحماض دهنية الدم أى أنه يؤثر على ميتابوليزم الدهون (والكربوهيدرات) والبروتينات لأن السمك يزيد من سكر دمه عن طريق غير كربوهيدراتى وهو الأحماض الأمينية أساساً الموجودة فى البلازما ومصدرها البروتين الجسمى . فالحقن بالأنسولين يخفض من تركيز الأحماض الأمينية ، أى أن الأنسولين يلعب دوراً هاماً فى ميتابوليزم البروتين فى الأسماك . والحقن بالأنسولين يخفض من جلوكوز دم الأسماك الفنية علاقتها بالكربوهيدرات بينما لا يؤثر على الأسماك المرتفعة علاقتها فى محتواها من البروتين .

والأسماك ليس لها غدد جارات درقية بل تنظم ميتابوليزم الكالسيوم والفوسفور بواسطة كالسيتونين يفرز من الجسم الغيشومى الخلفى الذى يتحكم فى ترسيب العظام وسحب المعادن منها . ويؤدى حقن السمك بهرمون الكالسيتونين إلى انخفاض كالسيوم الدم .

ويتشابه ثيروكسين السمك مع هرمون الثدييات ، إذ يؤدى الحقن بالثيروكسين إلى زيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم ، لكنه على عكس ما فى الثدييات يؤدى إلى خفض سكر الدم وزيادة

جليوكوجين القلب والمضلات . وتكون الأسماك صبغات بصرية من فيتامين A2 لتحقيق حساسية إضافية للجزء الأحمر من الطيف عند معيشتها في الماء العذب ، وتزداد هذه الخاصية بتأثير كل من الثيروكسين والبرولاكتين . كما يلعب الثيروكسين دوراً هاماً في التحكم في شكل السمك في أطواره المختلفة .

وتحمل الأسماك المهاجرة للملحة الحياة يتحكم فيها الفص الأمامي للغدة النخامية وقشرة الأدرينال adrenal cortex بهرمون الفانوتوسين Vasotocin هام في التحكم في ميزان الماء . كما أن تغيرات الألوان في كثير من أنواع الأسماك يسيطر عليها هرمونات تشتت أو تركيز اللون الأسود melanophore hormones (dispersing or condensing) المفرزة من الفص الخلفى للنخامية . وقد تخضع تغيرات لون ذكور الأسماك في موسم التناسل إلى الهرمونات الجنسية الذكرية . وهكذا تخضع كل العمليات الفسيولوجية في الأسماك لهيمنة الهرمونات كما سيتضح ذلك من النماذج التالية:

١ - تأثير الهرمونات على نمو السمك :

١ - النخامية :

يتأثر النمو والميتابوليزم في الأسماك بشدة بالهرمونات التي تتأثر بظروف البيئة . فلقد وجد أن الأسماك منزوعة الغدة النخامية Hypophysectomized fishes لا تنمو وتفقده شهيتها ويقل تحويلها الغذائي ، وأنه يمكن إعادة نموها بالحقن بهرمون النمو Somatotrophic hormone . ويتوقف معدل النمو على جرعة الهرمون ودرجة الحرارة . وارتفاع الحرارة ربما يثبط إفراز هرمون النمو كما يؤثر على استهلاك الغذاء ومعدل الميتابوليزم مما يؤثر على النمو . وعلى ذلك قد يرتبط معدل النمو وتغيراته على مدار العام بالتغيرات في محتوى الغدة النخامية من هرمون النمو ، إذ أن زيادة النمو ترتبط بانخفاض تركيز الهرمون في النخامية دليل انسيابية من الغدة إلى الدم . وهرمون النمو Growth hormone هذا يفرز من خلايا الفانوس الأمامى من الغدة النخامية ، وهو من البروتينات البنائية anabolic protein . ويشبه هرمون نمو الماشية لذا فمعدن حلق السمك منزوع النخامية بهرمون نمو الماشية فإنه ينمو طبيعياً ، كما أن الحقن بهرمون نمو السمك ذاته يزيد في النمو ، ويخشى من حقن مستخلص النخامية ما يسببه من نفوق ربما يرجع إلى سمية المذيب أو المستخلص ولطبيعة هرمون النمو البروتينية فقد اعتقد خطأ أن إعطائه عن طريق الفم يفقده نشاطه بفعل الإنزيمات الهاضمة ، إلا أنه عملياً ينكسر بفعل الإنزيمات ويظل بنشاطه الدافع للنمو . ويقوم هرمون النمو بتحريك دهون الجسم فتتولد الاستفادة من بروتين العليقة فيقل محتوى الجسم من الدهن بينما تتراكم الأحماض الأمينية بالأنسجة ويزيد بروتين الجسم (نمو) ، ويشجع هرمون النمو من تخليق الحمض النووى RNA وتخليق هرمون الأنسولين (فكل الهرمونين هرمونات بناء ميتابوليزمى) ، فالأنسولين لازم لاكتمال فعل هرمون النمو . لذا يضاف هرمون النمو في علائق الأسماك أو يحقن أو يزرع بجرعات هـ - ١٠٠ ميكروجرام / جم وزن جسم / أسبوع ، وتستجيب الأسماك الصغيرة للهرمون بشكل أكبر ، ويؤثر الهرمون على عامل الحالة للسمك ، وينتج لهما فقير الدهن . إلا أن الحقن أو الزرع وتكراره شىء مجهد

وغير عملي في ظل الإنتاج المكثف للأسماك . ويعبر عن عامل الحالة بشكلية ، إما معامل الحالة التقليدي

$$\text{Conventional condition factor} = \frac{\text{الوزن الكلي}}{(\text{الطول})^3}$$

أو عامل الحالة الجسمي $\text{Somatic condition factor} = \frac{(\text{الوزن الكلي} - \text{وزن المناسل})}{(\text{الطول})^3}$.

ب - الاستيرويدات البنائية :

• تستخدم الاستيرويدات البنائية Anabolic steroids كهرمونات مشتقة (تشمل هرمونات الجنس الذكرية androgens والاستروجينات oestrogens أو هرمونات الجنس الأنثوية) تخليقية صناعية في مزارع الأسماك لما لها من تأثير بنائي مشجع للنمو ، وتمتاز على هرمون النمو في سهولة استخدامها كإضافات غذائية دون فقد نشاطها البيولوجي ، ومن الاستيرويدات المخلقة مركب ١٧ ألفا - ميثيل تستوسترون (MT) ، ١١ - كيتوتستوسترون ، ادينوسترون ، ديمثازين ، نورثاندرولون ، اثيل ستلبيسترون ، ايثيل استرنول ، وغيرها كثيراً . تؤدي هذه الهرمونات إلى زيادة امتصاص النيتروجين وبالتالي تزيد معدل النمو ، كما يزيد استهلاك العلف ويحسن كفاءة تحويل البروتين ، وهناك علاقة عكسية بين تركيز الهرمون ومعدل النمو ، كما أنه بعد سحب الهرمونات من العليقة يقل نشاط إنزيمات هضم البروتين في السمك . والهرمون الصناعي (المخلوق) أكفأ في تأثيره على النمو عن الهرمون الطبيعي . والاندروجينات أكثر تأثيراً من الاستروجينات في دفع نمو السمك . فتحقق الأسماك عضلياً كل ٤ أيام بمركب ٤ - كلوروتستوسترون خلاص ، أو يوضع في العليقة الميثيل تستوسترون ٢٠٥ مجم / كجم ، وكذلك في العليقة يمكن إضافة الديمنازين ٥ مجم / كجم علف . ولا ينبغي استخدام الاستيرويدات البنائية في دراسات النمو إذا كانت تظهر الصفات الجنسية ، إذ قد ينقلب الجنس sex reverse بإعطاء الهرمون الذكري للأنثى يحولها إلى ذكر فعال ، وإعطاء الهرمون الأنثوي يحول الذكر إلى أنثى فعالة ، وتزاوج ذكور فعالة مقلوبة الجنس (لا تحتوي على كروموسوم Y) مع إناث طبيعية تنتج جيلاً كله إناث . لذلك قد تستخدم مضادات الاندروجينات antiandrogen أو مضادات الاستروجين antioestrogen مع الاستيرويدات البنائية لتثبيط التأثيرات الاندروجينية بدون الإضرار بالخواص البنائية . فيقيم الفلوتاميد flutamide كمضاد للاستيرويدات بمعدل ٢٠ ميكروجرام / جم علف فزاد وزن السمك في الوزن الصغير (الطور اليرقي) .

ويظهر أثر الهرمون البنائي في العلائق منخفضة البروتين أكثر منه مع العلائق مرتفعة البروتين . ويختلف تأثير الهرمون من نوع لآخر من الهرمون ، وحسب نوع وعمر السمك ، ووفقاً لظروف العليقة والماء ، فالتركيز المشجع للنمو لعمر في نوع ما قد يثبط النمو لنفس العمر لنوع آخر .

وقد زاد نمو السمك بإعطائه مضاد استروجيني (سترات كلوميفين) بمعدل ١٥ ميكروجرام / جم علف مع دى إيثيل استلبيسترون (٥ ميكروجرام / جم علف) . وقد تعمل الاستيرويدات البنائية تماونياً مع هرمونات داخلية أخرى كتحشيج الدرقية وجارات الكلى والبنكرياس في السمك . ويختلف تأثير هذه الهرمونات على التركيب الكيماوي لمضلات السمك طبقاً لجرعتها المستخدمة ونوع السمك وعمره .

ويجب الانتباه لتتبعيات هذه الاستيرويدات المخلفة (المستخدمة لتشجيع النمو growth promotion في مزارع الأسماك) في الأنسجة الصالحة للأكل . فرغم ما استنبط من الأبحاث القليلة بشأن سرعة معدل التمثيل الغذائي أو خروج الاستيرويدات من الأنسجة ، فقد وجدت متتبعياتها في بلازما وأنسجة أسماك السالمون المغذى على عليقة احتوت على التستوسترون (٥ جزء / مليون) أو الميثيل تستوسترون (١ جزء / مليون) ، فإذا استخدمت هذه الهرمونات تجارياً فمن الحيوى معرفة الفترة اللازمة لانسحابها من العلف قبل تسويق السمك ، وذلك لكل نوع سمكى وهرمونى.

ج - الدرقية : Thyroid :

تستطيع هرموناتها التأثيرات على النمو ، سواء لفعليها المباشر أو لحثها للنشاط البنائى لهرمونات أخرى كهرمون النمو (الذى يتفاعل معها تعاونياً synergistically) أو لتأثيرها العام على الميتابوليزم. وزيادة الجرعة (عن ١٠ ميكروجرام / جم / اسبوع بالحقن) تؤدي إلى تشوهات في الهيكل العظمى ، كما يمكن إضافة الثيروكسين في الماء وإن كانت تأثيراته أقل من الحقن ، كذلك إضافته مع العلف يؤدي لفقر نتائجه لامتصاصه في الجهاز الهضمى. وعموماً فتأثيره على النمو في بعض الأنواع أقل من تأثير هرمون النمو .

والثيروكسين (T₄) أهم للسمك من ثلاثى أيودوثيرونين (T₃) ، فعند إزالة الدرقية بالإشعاع Radiothyroidectomy أو إعطاء مضادات الدرقية يوقف النمو ويتم علاجه باستخدام T₄ مما يؤكد أهميته للنمو الطبيعى . وتأثير هرمونات الدرقية يتوقف على جرعتها وطريقة إعطائها، ومدى وجود مسببات الجويتر في العليقة ، نوع وحجم السمك ، وظروف المياه وغيرها.

وأدى إعطاء T₃ في العليقة (٢٠ - ١٠٠ جزء / مليون) إلى زيادة طول ووزن السمك وزيادة استهلاك الغذاء وتحسن كفاءة تحويل الغذاء.

د - الأنسولين : Insulin :

يتحكم في نمو السيتوبلازم في العضلات الهيكلية ، وهو يشارك هرمون النمو في عديد من الأعمال البنائية . وحقن الأسماك بالأنسولين البقرى بمعدل ٠.٣٢ - ١٠ وحدة دولية / كجم وزن جم ١ - ٢ مرة / أسبوع حسن من كفاءة تحويل الغذاء ، والحقن بجرعات ٥ - ٥٠ وحدة دولية / كجم / ٤٨ ساعة حسن من وزن الجسم معنوياً . فالأنسولين هام لتنظيم ميتابوليزم النيتروجين في السمك ، فالأنسولين يزيد محتوى بروتين العضلات لحة لتخليق البروتين . وتشجع الأحماض الأمينية على إفراز الأنسولين وقد يرجع هذا إلى الانخفاض النسبى للاحتياجات الغذائية الكربوهيدراتية وانخفاض الاستفادة بها في الأسماك وكذلك لانخفاض مستوى الجليكوجين في أنسجة الأسماك ، إذ يغيب دور الأنسولين في تخليق جليكوجين في الأسماك.

هـ - مخاليط الهرمونات : Hormone combinations :

وجود بعض الهرمونات يقوى التأثير البنائى لهرمونات أخرى فتكون محصلة وجودها معا زيادة فى النمو الكلى ، فهرمون الثيروثرويين مع هرمون النمو فى نكور الأسماك منزوعة النخامية تزيد نموها عن استخدام هرمون النمو بمفرده أو الثيروثرويين بمفرده كما أن هرمون النمو مع هرمون الجسم الأصفر يدفع نمو نكور الأسماك منزوعة النخامية عن استخدام هرمون النمو بمفرده . وخلطة هرمون النمو مع الميثيل تستوسترون مع T4 كانت أفضل من خلطة الهرمونين الأولين فقط، والخلطتان أفضل من خلطة هرمونى النمو والثيروكسين فقط . فقد تؤدي الخلطات الهرمونية إلى زيادة النمو فى السمك بتشجيع الأسماك على استهلاك العلف وتحسين تحويله الغذائى وهضمه وتمثيله وتشجيع تخليق البروتين ، فالنمو الخطى chondrogenesis or linear growth ينظمه هرمون النمو ، بينما الاستيرويدات البنائية وهرمونات الدرقية تعمل على التكلس والتعظم Ossification .

٢ - تأثير الهرمونات على الميتابوليزم فى السمك :

لا يمكن أن تتم التغذية والهضم واختزان الغذاء بدون مساعدة الغدد الصماء وإفرازاتها المؤثرة على عمليات الميتابوليزم.

١ - البنكرياس : Pancreas :

يفرز الأنسولين والجلوكاجون من أجسام بروكمان Brockmann bodies أو الجزر الأساسية (لانجرهانز) . فالأنسولين (على عكس ما فى الثدييات) يؤدي إلى خفض الجلوكوجين أو زيادته أو عدم التأثير عليه حسب الأنواع المختلفة للأسماك . وبنور الأنسولين محدود فى ميتابوليزم الجلوكوز، لكنه جوهري فى ميتابوليزم البروتين، إذ يسرع الأنسولين من اندماج الأحماض الأمينية ببروتين العضلات الهيكلية . وفى حالة إزالة أجسام بروكمان يزيد سكر الدم والبول أى تحدث حالة مرض سكر diabetic state يصاحبها ارتفاع تركيز الأحماض الأمينية فى البلازما . وزيادة الجلوكوز أو الأحماض الأمينية تنبه إفراز الأنسولين ، فهو هرمون هام فى تنظيم الطاقة فى السمك فالحقن بالأنسولين يخفض مستوى الأحماض الدهنية الحرة فى البلازما (عكس ما يحدث فى الثدييات) . الجلوكاجون Glucagon يسبب زيادة سكر الدم نتيجة تحليل جليكوجين الكبد Glycogenolysis وتخليق الجلوكوز من مصادر غير كربوهيدراتية Gluconeogenesis ويتشابه الجلوكاجون مع الأنسولين فى تأثيرهما فى خفض مستوى الأحماض الأمينية فى البلازما .

ب - الغدة الدرقية : Thyroid :

ينظم إنتاج هرموناتها (T3,T4) من خلال هرمون يفرز من النخامية ، يرتبط هرمونات الدرقية ببروتينات البلازما وتؤثر على ميتابوليزم الكربوهيدرات بتأثيرها على خفض جليكوجين الكبد من خلال تأثيرها على إنزيمات دورة البنتوزفوسفات والجلوكوكينك ، فتؤدي زيادتها إلى زيادة إنزيم السجوكروم فوكسيداز ونقص إنزيم جلوكوز - ٦ - فوسفات دى هيدروجيناز ، كما تؤدي إلى زيادة نشاط إنزيمات

الفوسفاتاز القاعدي والحمضي في الكبد والحنق بالثيروكسين يخفض سكر الدم . كما تؤثر على ميتابوليزم الدهون ، فالحنق بالثيروكسين يخفض مخزون الدهن الحشوي ودهن الكبد والدم ، بينما إزالة الدرقية بالإشعاع يؤدي إلى تخزين الدهن . والتغذية على هرمونات الدرقية بمعدل ٢٠ - ١٠٠ جزء / مليون يخفض دهن العضلات . إلا أن نتائج تأثير هذه الهرمونات تتوقف على الحالة الغذائية ودرجة حرارة البيئة وفترة الإضاءة والملوحة وحجم السمك . وتأثير الدرقية على البروتين ثنائي الأطوار، فيما أن يكون تأثيرها بنائياً للبروتين والأحماض النووية (بالجرعات المنخفضة أو الفسيولوجية) أو يكون تأثيرها هدمي للبروتين والأحماض النووية (بالجرعات العالية أو الفارما كولوجية) . والمعاملة بالثيروكسين تزيد إخراج الأمونيا على درجة الحرارة العالية في بعض الأنواع . ويتوقف تأثير الهرمونات للدرقية على العمر كذلك ، وهي تشبه في تأثيرها الثيروبراسيل.

ج - المناسل : Gonads :

تفرز استرويدات الجنس ، فالأندروجينات تخفض الأوت غير البروتيني في السيرم ودهن العضلات . فالتغذية على الأندروجينات تزيد محتوى الكبد والكلية والعضلات من الحمض النووي RNA ومن البروتين . أما الاستروجينات فتزيد محتوى البلازما من الدهن والكوليسترول والبروتين والكالسيوم والفوسفور . وتختلف تأثير الاستروجينات على دهن الجسم باختلاف الجنس وفترة الإضاءة ودرجة الحرارة وتركيز الهرمون . ويزيد دهن الكبد كذلك بالمعاملة بالاستروجين مما يؤدي إلى زيادة دليل الكبد الجسمي hepto - somatic index (نسبة وزن الكبد من وزن الجسم الكلي) وإن انخفض محتواه من الجليكوجين . وتنشط الاستروجينات من إفراز الليبوبروتين الفوسفوري Vitellogenin من الكبد لتخزينه في المبيض النامي ، كما تزيد من بروتين الكبد والحمض النووي RNA به.

د - النسيج بين الكلوي : Interrenal tissue :

تفرز هرمونات القشرة الاسترويدية Corticosteroids كالكورتيزول والكورتيزون والكورتيكوستيرون والألدوستيرون . وتؤدي هذه الهرمونات عند حقنها في الأسماك إلى زيادة سكر الدم وجليكوجين الكبد مع نقص الوزن والطول . فيؤدي الكورتيزول إلى زيادة معدل الميتابوليزم وتراكم اميناز الكبد وجليكوجين الكبد مع زيادة إخراج الأمونيا والبوتاسيوم ، وزيادة مستوى الكورتيزول وإطالة فترة استعماله تؤدي إلى زيادة تخليق الجلوكوز من البروتين مما يؤدي إلى ضمور العضلات وتوقف النمو.

هـ - نسيج الكرومافين : Chromaffin tissue :

ينتج الأدرينالين والنور أدرينالين في منطقة الكلى أو الأورطي أو القلب . ويؤدي الأدرينالين إلى زيادة جلوكوز الدم كما يسحب جليكوجين الكبد والعضلات ويحل محل مخزون الأنسجة من الدهن . ويؤدي النور

أدرينالين إلى نفس التأثير لكن بشكل أبطأ.

و - النخامية : Pituitary :

لها تأثيرات مباشرة على الميتابوليزم ، فهرمون النمو يعمل من خلال تأثيره على معدل تخليق أو تكسير البروتين وسحب أكسدة الدهون وتخليق وإفراز الأنسولين . فالحقن بهذا الهرمون يزيد احتجاز النيتروجين ، ويخفض يوريا وبروتين البلازما ، ويزيد بروتين الجسم وارتباط الأحماض الأمينية ببروتين العضلات الهيكلية ، ويخفض من دهون العضلات بينما يزيد الأحماض الدهنية الحرة بها فتستخدم الدهون كمصدر للطاقة وتوفر الأحماض الأمينية للنمو . كما يؤدي هذا الهرمون إلى حالة مؤقتة من البول السكرى . أما هرمون البرولاكتين فيعمل على زيادة تخزين الدهون وزيادة الأحماض الدهنية الحرة في البلازما والعضلات . وهرمون ارجينين فازوتوسين يزيد حرقه من مستوى جلوكوز وأحماض دهنية حرة بالدم .

٣ - التحكم في التغذية :

تتشتر عملية التغذية وتنظيمها بدور المخ في سلوك التغذية ، ودور الجهاز العصبي الذاتي وهرمونات المعدة والأمعاء وهرمون النمو والهرمونات الاسترويدية وهرمونات الدرقية . فهرمون النمو وهرمون الثيروكسين يزيدان الشهية واستهلاك الغذاء ، والهيپوثالامس له دور في الشهية كذلك كما يؤثر مستوى الجلوكوز والأحماض الأمينية في الدم على استهلاك الغذاء .

٤ - التحكم الهرموني في تناسل الأسماك :

يتم تنظيم تناسل الأسماك من خلال وظائف المناسل التي تتحكم فيها بالتالي الغدة النخامية بهرموناتها شديدة التأثير على الغدد الجنسية ، خاصة هرمون LH الذي يرجع قيامه بدور كلا الهرمونين FSH, LH . كما تفرز الهيپوثالامس بنورها هرمونا يؤدي لانسياب هرمون الجسم الأصفر luteinising hormone releasing hormone (LH-RH) في تيار الدم لإحداث التبويض .

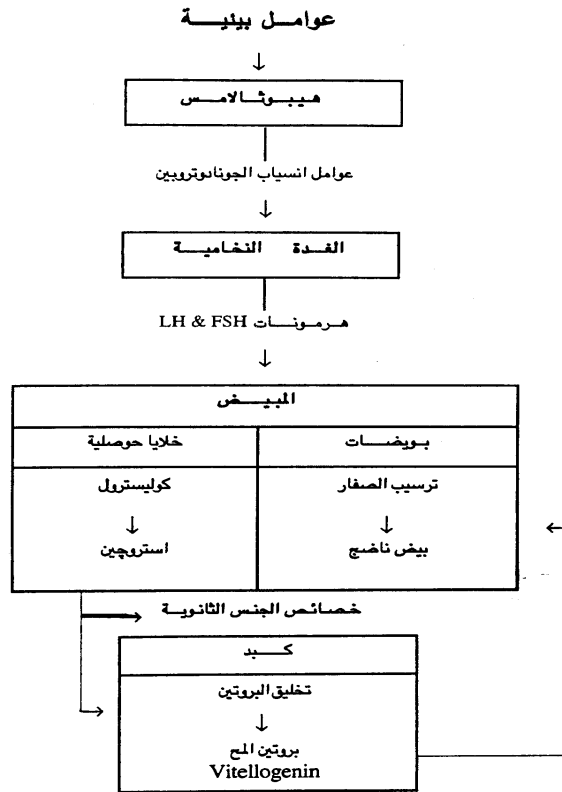
فتبدأ العملية بتبويض (درجة الحرارة ، طول النهار ، وغيرها) ، وينتقل خلال جذع الهيپوثالامس - نخامية إلى حويصلات المبيض ، حيث تخلق الهرمونات الاستروجينية وتنساب إلى تيار الدم . وهذه الهرمونات تشتق من الكوليسترول بعملية الهيدروكسلة hydroxylation التي تنبه الهرمونات الاستروجينية الكبد لتخليق بروتين صفار البيض Vitellogenin ، الذي ينتقل بواسطة الدم إلى البويضات لتمتصه بتحكم هرمونات تنشيط الجنس (الجونادوتروبين) . وتتضمن بروتينات صفار البيض Vitellogenin نوعين رئيسيين من البروتينات هما الفوسفيتينات phosvitins والليپوفيتلينات lipovitellins ، والتي تتحد داخل البيض لتكون حويصلات المخ أو الصفار yolk vesicles ، التي تكون حوالي ٩٠ ٪ من كتلة بيض السمك .

وجد تركيز عالٍ من حمض الاسكوربيك في مبايض السمك ، وهذه التركيزات تختلف حسب الحالة الفسيولوجية (كما هو في الثدييات) أو دورة التناسل كما لوحظت في المبروك والقذ (بكلا) . فقد لوحظ

ارتفاع تركيز الفيتامين خلال نمو المبيض ، يعقبها انخفاض في آخر المراحل قبل التبويض . وهذه النتائج تتطابق مع المرحلة الأكثر نشاطاً لإنتاج استرويدات الجنس ، أي تعكس طلب محتمل لحمض الاسكوربيك في تفاعلات الهيدركسلة المتطلبية لتخليق الستيرويدات في خلايا حويصلات المبيض.

ويشارك حمض الاسكوربيك في تفاعلات بيوكيماوية عديدة في الخلايا الحية وأحد مشاركاته الهامة في الميتابوليزم ، هو عمله كعامل مساعد في تفاعلات الهيدركسلة المنشطة إنزيميا ، حيث تعمل الاسكوربيات على حفظ ارتباط الحديد إنزيميا في حالة ثنائية التكافؤ . كما يشارك الفيتامين في تفاعلات إنزيمية (oxygenases) كعامل donor للهيدروجين والفيتامين دور كذلك في التخليق الحيوي للاسترويدات الجنسية، ولوحظ في التراوت في أثناء تخليق بروتينات صفار البيض زيادة مستوى ١٧ - بيتا - استراديول في السمك المغذى على كفاية من الفيتامين مقارنة بالسمك الذي يعاني نقصاً من هذا الفيتامين ، وبالتالي أدى ذلك لاختلاف مستويات الفيتالوجينين في الدم . ولما كان الكوليسترول حجر بناء الاسترويدات الجنسية ، فإن نقص كوليسترول الدم يلاحظ في القراميط والتراوت في أثناء مرحلة التكاثر والمرحلة النهائية في تخليق بروتين الصفار بتأثير غير مباشر لحمض الاسكوربيك الذي يزيد بناء الاسترويدات الجنسية من الكوليسترول ، وإن زاد كوليسترول الدم في إناث التراوت الناضجة بالتغذية الغنية بفيتامين (C).

فيؤدي الهرمون المنشط للغدد التناسلية إلى تنبيه المبيض لإفراز الاستروجين الذي يؤدي إلى تورده وتضخم الفتحة التناسلية ، وينشط الكبد لإفراز المح في الدم والذي تلتهمه الحويصلات البيضية فيزيد حجمها وحجم المبيض. وتفرز هذه الحويصلات هرمون البروجسترون الذي يؤدي إلى اتجاه نواة الحويصلة إلى جدارها . ويؤدي إفراز البروستاجلاندين إلى انقباض العضلات اللاإرادية للحويصلات فتخرج البويضات إلى قناة المبيض (تبويض) . وفي الذكور يؤدي الهرمون المنشط للغدد التناسلية إلى إفراز التستسترون مسبباً انقسامات الخلايا الذكرية وظهور صفات الجنس الثانوية . أما هرمون الفاسوبرسين فيسبب القذف للحيوانات المنوية والسلوك في أثناء التزاوج.



تصور مبسط للوقائع الأساسية في فسيولوجيا الأسماك

فقد وجد أن حقن الأسماك بجرعات متدرجة من هرمون استراديول - ١٧ بيتا أدت إلى زيادة فيتالوجين البلازما زيادة متدرجة مرتبطة بمستوى جرعة الهرمون ، ومرتبطة كذلك بمستويات الكالسسيوم والمغنسيوم المرتبطة ببروتين البلازما . والحقن بالنخامية يؤدي كذلك إلى تبويض الأسماك (إفران مناسلها) وخفض المدة ما بين كل مرتين وضع بيض وإن لم تزد عدد مرات وضع البيض في السنة . كما استخدم لنفس الغرض الحقن بالجوناوتروبيين الأدمى من المشيمة مع مستخلص نخامية المبروك ، أو الحقن بهرمون الجسم الأصفر النقي ويول النساء الحوامل أو بالاسترويدات الجنسية واسترويدات القشرة Cortical steroids . وقد يشار للكاروتينويدات في الأسماك على أن لها تأثيراً هرمونياً على النمو والخصب والنضج الجنسي والتطور الجنيني ، فتعمل صبغات كانثاكزين^١ نثين Canthaxanthin وأستكسين^٢ Astaxanthin كمنشطات للحيوانات المنوية ، والتغذية على الكانثاكسين^٣ تؤدي إلى زيادة نسبة وضع البيض . وقد مكنت استخدامات الهرمونات من إحداث تناسل في الأنواع التي لا تتناسل في المزارع أو الأحواض بما يوفر عناء استمرار شراء أسماك صغيرة كل دورة .

في بعض الأنواع كالبلطي تتكاثر الأسماك بسرعة وفي أحجام صغيرة مما يزيد المنافسة في الأحواض ويقلل النمو الإنتاج لتوجيه جزء كبير من الطاقة لنمو المناسل بدلاً من النمو الجسمي . ولحل هذه المشكلة إما بتثبيط نمو المناسل مباشرة أو بالتعقيم sterile أو بإنتاج عشيرة وحيدة الجنس لا تتكاثر . واستخدام التأثير المثبط لاسترويدات الجنس خاصة الاستروجين وشبيهاته والتي لها تأثير سلبي على إفران هرمون الجوناوتروبيين في النخامية . والاندروجينات لها تأثير دقيق كذلك ويعتمد على الجرعة والعمر ومدة المعاملة . وقد تأخر النضج الجنسي وتحسن النمو في السالمون المعامل في التغذية بجرعة ٢.٥ مجم إيثيل استرانول / كجم علف ويختفي أثر هذا المركب من العضلات في ظرف ١٠ أيام . وفي التراوت المعامل بالميثيل تستوستيرون ١٠ مجم / كجم لمدة ٧٢ أسبوع أعطى ١٢٥ ٪ معدل نمو أكبر من المقارنة وتدهورت الخصى في الذكور .

ومن المركبات المخلقة synthetic المثبطة للتناسل مركب ميثالليبيور methallibure الذي يضاف إلى الماء فيؤدي امتصاص resorption مناسل البلطي وإعطائه عن طريق الفم oral administration أكثر تأثيراً عن إضافته في الماء ، إذ تعطى نمواً أفضل وتلخر التبويض إذا وضع في حوض لمدة ٤٠ يوماً ، واستخدامه بتركيز منخفض مؤثر واقتصادي ويمكن استخدامه على مستوى الأحواض في المزارع .

وإنتاج عشائر من جنس واحد يتم عن طريق كيمائى أو بالتجهين ، والتجهين يستخدم بكثرة خاصة بين البلطي ، إذ أن الخلط بين أنواع معينة ينتج فقس ١٠٠ ٪ نكوراً ، يمتاز بسرعة معدل النمو أكثر عن أى من الآباء .

عكس الجنس sex reverse في السمك أمكن الوصول إليه بالتغذية على الهرمونات الجنسية الاسترويدية . فالتراوت المغذى على ١ مجم ميثيل تستوستيرون لكل كجم علف لمدة ٧ شهور بداية من بعد شهر من الفقس ينتج نكور بنسبة ٨٧ ٪ ، وإذا بدأت المعاملة ٤ شهور بعد الفقس فلا تتميز النسبة

الجنسية عن المقارنة ، بينما الجرعات ١ أو ٥ مجم / كجم للأسماك الأكبر لمدة بسيطة تزيد النمو الجسمي ونمو المناسل . فالمعاملة بالاسترويدات يتوقف نجاحها على الجرعة ومدة المعاملة والعمر وجنس السمك ، فالجرعة اللازمة من ميثيل تستوستيرون لإنتاج ذكور فقط في البلطي الموزامبيقي ١٠ - ٤٠ مجم / كجم علف وفي الزبرا ١ - ١٠٠ مجم / كجم تقدم بعد يومين . وأمكن قلب الجنس في السالمون باستخدام ٢٠ مجم من ١٧ - بيتا اوستراديول / كجم عليقة لمدة ٣٠ يوما عقب الفقس مباشرة ، إلا أن النمو تدهور بشدة . وقلب الجنس في النكور باستخدام ١٧ الفا ميثيل تستوستيرون بمعدل ٣ مجم / كجم في أول ٩٠ يوما .

ورغم أن التهجين في عديد من أنواع الحيوان يعطى نسلا عقيماً infertile offspring فإن هذا ليس الحال في السمك غالباً .

▼

الباب الثالث
بيئة الاسماك

علم البيئة Ecology

هو علم دراسة العلاقات المختلفة بين الكائنات الحية وبعضها من جهة ، وبينها وبين ما يحيطها من الأشياء الطبيعية غير الحية abiotic . إذ لا يوجد كائن حي مستقل عن بيئته . وعليه فالبيئة تعنى الأنظمة البيولوجية biotic وكذا الطبيعية والكيميائية .

والنظام البيئي Ecosystem

عبارة عن أى مساحة أو منطقة من الطبيعة تتبادل فيها المواد بين الكائنات الحية والبيئة غير الحية مكونة نظاماً بيئياً . هذا رغم أنه من غير السهل عزل منطقة فى الطبيعة حتى لا تتأثر بجيرانها من المناطق . فالنظام البيئي يتفاعل بين الجماعات communities المختلفة فى المواطن (البيئات المحلية) habitats مكونة بيئة ملائمة Niche . وتنقسم المناطق البيئية للمياة إلى :

١ - منطقة الرصيف القارى shelf zone على عمق حوالى ٢٠٠م.

٢ - منطقة الانحدار العلوى upper slope zone بعمق حوالى ١٠٠٠م.

٣ - منطقة الانحدار السفلى lower slope zone بعمق حوالى ٣٠٠٠م.

٤ - منطقة الأعماق السحيقة abyssal zone بعمق حوالى ٩٠٠٠م.

٥ - منطقة الهيدال hadal zone أعمق من السابقة.

أى منطقة فوق بلاجية epipelagic حتى عمق ٢٠٠ م . ومنطقة وسط بلاجية mesopelagic حتى عمق ١٠٠٠ م . ومنطقة الأعماق البلاجية bathypelagic حتى عمق ٦٠٠٠ م . ومنطقة الهيدال البلاجية hadopelagic أعمق من ٦٠٠٠ م . فالعامة القارية عمقها حتى ٢٠٠ م أما المنحدر القارى فينحصر عمقه تدريجياً بين ٢٠٠ و ٢٠٠٠ م . ويعد ذلك الأعماق السحيقة الأعمق من ٢٠٠٠ م.

وعلم تأثير المناخ على الحياة phenology هو المهتم بدراسة التأثيرات الموسمية فى الطبيعة . وتكرار الظواهر الطبيعية خاصة المتعلقة بالظروف الجوية . ودراسة الكائنات وعلاقتها بالجو.

بيئة environment السمك أو الوسط الذى يعيش فيه عبارة عن الماء بتناوعه بما يحتويه من كائنات حية أخرى وعوامل طبيعية وكيميائية مختلفة تتأثر بالجو والظواهر الطبيعية المختلفة من مطر ورياح وبعثان ومد وجزر وأمواج . إضافة للتأثيرات البيئية الأخرى الناتجة من أنشطة الإنسان من زراعة وصناعة ومعيشة وما يصاحبها من فضلات ونواتج مؤثرة على الجو والماء وبالتالي الأسماك . فالمسطحات المائية تشكل حوالى ٨٠ ٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية . وتشكل المياة المالحة حوالى ٩٧ ٪ من حجم الماء الكلى . أما المياة العذبة فتتمثل حوالى ٣ ٪ .

قالماء من الأهمية بمكان أن ذكره الله في قرآنه فمنه الحياة كلها : ﴿وجعلنا من الماء كل شيء حي﴾ - الأنبياء : ٢٠ - ﴿وهو الذي أنزل من السماء ماء فأخرجنا به نبات كل شيء﴾ - الأنعام : ٩٩ - وما أكثر الآيات القرآنية المصورة لأنعم الله التي نتحصل عليها من البحار والأنهار : ﴿وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا وتستخرجوا منه حلية تلبسونها﴾ - النحل: ١٤ ﴿يخرج منهما اللؤلؤ والمرجان﴾ - الرحمن : ٢٢ - والأعجب أن الماء المالح يلتقي عند مصبات الأنهار بالماء العذب ولا يختلطان ﴿وجعل بين البحرين حاجزاً﴾ - النمل : ٦١ - ﴿وما يستوى البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه وهذا ملح أجاج ومن كل تأكلون لحما طريا وتستخرجون حلية تلبسونها﴾ - فاطر : ١٢ - ﴿مرج البحرين يلتقيان بينهما برزخ لا يبغيان﴾ - الرحمن : ١٩ : ٢٠ - والأعظم من هذا وذاك هو أن شرف الله سبحانه وتعالى الماء بأن جعل عرشه على الماء بعد خلق السماوات والأرضين - ﴿وكان عرشه على الماء﴾ - هود : ٧ .

وللماء خواص مختلفة تتوقف على عوامل طبيعية (كثافة ، لزوجة ، لون ، توصيل كهربى ، درجة حرارة ، عكارة) ، وأخرى كيميائية (غازات ذائبة وأملاح معدنية) ، وفي الصفحات التالية نعرض لهذه العوامل .

الفصل الأول الخواص الطبيعية للماء

أولاً : الكثافة :

أقل حجم للماء يكون على درجة حرارة ٤° م ، وزيادة أو نقص درجة حرارتها عن ذلك يتبعه انخفاض كثافة الماء لزيادة حجمه . كما تتوقف الكثافة كذلك على ملوحة الماء كما يوضح ذلك الجدول التالي :

درجات الحرارة ° م					الملوحة جزء/ألف
٣٠	٢٠	١٠	٥	صفر	
٠,٩٩٥٧	٠,٩٩٩٢	٠,٩٩٩٧	١,٠٠٠٠	*٠,٩٩٩٩	صفر
١,٠٠٦٩	١,٠٠٩٦	١,٠١١٤	١,٠١١٩	١,٠١٢٠	١٥
١,٠١٤٣	١,٠١٧٢	١,٠١٩٢	١,٠١٩٨	١,٠٢٠١	٢٢
١,٠٢١٤	١,٠٢٤٨	١,٠٢٧٠	١,٠٢٧٧	١,٠٢٨١	٣٥

* كثافة الثلج على صفر: م وصفر ملوحة هي ٠,٩١٦٨ .

كما تتوقف كثافة المياه النقية على عمق الماء كذلك ، فعلى درجة حرارة صفر مئوي كانت كثافة الماء كالتالي :

الكثافة	العمق بالمتر
٠,٩٩٩٩	صفر
١,٠٠٠٩	٢٥٠
١,٠٠٢٠	٥٠٠
١,٠٠٤٢	١٠٠٠
١,٠٠٨٤	٢٠٠٠

وتزيد كثافة الماء من كثافة الهواء حوالي ٨٠٠ (٧٧٥) مرة ، لاختلاف درجات الحرارة وكمية الأملاح المذابة . فيتغير الوزن النوعي للماء بتغير درجة الحرارة ويصل أقصاه عند الاقتراب من درجة ٤° م .

ثانياً : اللزوجة :

تزيد لزوجة الماء بحوالى ١٠٠٠ مرة عن لزوجة الهواء ، وهذه تؤدي إلى تحورات الأحياء المائية لمواجهة مقاومة الماء ، لذا فالهائمات الدقيقة تظل عالقة أو سطحية للحصول على الضوء للتمثيل الضوئى. وتزداد اللزوجة بانخفاض درجة الحرارة للماء.

ثالثاً : اللون :

الماء النقى عديم اللون ، إلا أن المياه فى الأجسام المائية تعكس ألوانا نتيجة محتواها من المواد الذاتية والعالقة وتنتج انعكاس لون السماء أو انكسار وانعكاس الألوان على سط الماء . ويستدل على طبيعة الماء من لونه كالتالى :

اللون	مدلول اللون
بنى	زيادة نسبة المواد الدبالية.
بنى مخضر	زيادة نسبة المواد الدبالية إضافة إلى الهوائ.
أخضر	زيادة نسبة الهوائ النباتية وبعض الطحالب.
أحمر	زيادة نسبة الأملاح لوجود أنواع من البكتيريا.
بنى مزرق	وجود بعض أنواع الطحالب.

وأغلب الضوء الأحمر يمتص فى الخمسة أمتار العليا ، ويختفى اللون البرتقالى عند ١٥ م ، بينما ينفذ اللون الأخضر والأصفر إلى حوالى ٢٠ م ، وتختفى ألوان الطيف السبعة المعروفة على عمق ٢٠٠ م فأكثر، إذ يسود الظلام الشديد فى أعماق البحار ، إذ يفتى لون بعد الآخر بالانتقال من عمق لآخر فصدق الله العظيم القائل فى محكم آياته « أو كظلمات فى بحر لئى يفشاه موج من فوقه موج من فوقه سحاب ظلمات بعضها فوق بعض إذا أخرج يده لم يكد يراها » - النور : ٤٠ . لذا تزدهر الكائنات النباتية فى أعماق أقل من ٣٠ - ٥٠ م تقريباً .

رابعاً : التوصيل الكهربى :

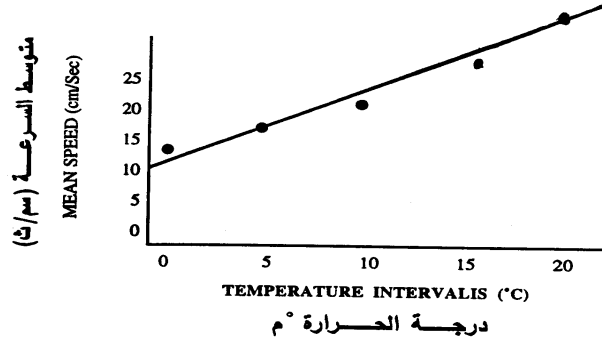
يزداد بوجود الأملاح ، إذ أن الجزيئات المذابة فى الماء تؤدي إلى خفض التوتر السطحي ، ويحدث التوتر السطحي نتيجة لقوة التماسك الداخلية بين الجزيئات . وهو مؤشر لنسبة الأملاح فى الماء.

خامساً : درجة الحرارة :

درجة حرارة الماء ترجع أهميتها إلى أن الأسماك من الكائنات متغيرة درجة حرارة الجسم بتغير

درجة حرارة الوسط المائي ، كما أن درجة الحرارة تؤثر على التنفس والنمو والتكاثر وكل العمليات البيوكيميائية في جسم السمك والكائنات الحية الأخرى المائية ، كما تؤثر على ذائبية الأوكسجين في الماء . وتتغير درجة حرارة الماء طبقاً لزاوية سقوط أشعة الشمس وامتصاصها ، ودرجة عكارة الماء ، وطبقاً لدرجة حرارة الهواء الجوي الملاصق للماء ، وطبقاً لدرجة حرارة قاع الحوض ، وعمق عمود الماء في الحوض ومعدل البخر . ونظراً لرداءة التوصيل الحراري للماء ، لذلك يكون توزيع درجة الحرارة غير متجانس ، مما يجعل الطبقة العليا أكثر تعرضاً للتغيرات الحرارية . وتتوقف تغيرات درجة حرارة الماء كذلك على ملوحتة وعلى الظروف الجوية ومواسم السنة . ولكل نوع سمكي درجة حرارة (وضوء) مثلى لنموه وتكاثره . بل ولكل كائن حي بحري كذلك احتياجات طاقة معينة فتغيرات درجة حرارة الماء تؤثر على نمو وانتشار هذه الكائنات الحية المائية المختلفة.

فأقصى نمو للقراميط على 20°C ، وأيضاً على مدى $24 - 26^{\circ}\text{C}$ يمكن الحصول على نتائج جيدة ، لذلك توجد تربية القراميط في الظروف الاستوائية . بينما فرخ السمك البحري فيعطى زيادة في الوزن وكفاءة تحويل غذائي على $15 - 20^{\circ}\text{C}$. ويزداد سمك الفرخ الأصفر في سرعة عومه بزيادة درجة الحرارة في مدى حتى 20°C .



علاقة سرعة عوم سمك الفرخ الأصفر بدرجة حرارة الماء.

سادساً : العكارة :

تعبر عن نسبة (أو تركيز) المواد العالقة في الماء والتي قد تسببها الأمطار والفيضانات بما تحمله معها من جزيئات معدنية ، أو قيام بعض أنواع الأسماك (كالمبروك) بتمكير الماء وكذلك في موسم التناسل

ونشاط الأسماك ومطاردتها لبعض أو تنافسها على الفريسة فتؤدي إلى تقلب القاع وتعكير الماء. والمكارة تحول دون وصول ضوء الشمس إلى الكائنات النباتية الدقيقة (فيتوبلانكتون) فيقل الإنتاج الأولي ويقل تخليق الأوكسجين كذلك، فيؤثر ذلك على نمو السمك وانتشار الأمراض الفطرية. الماء الرائق (أقل من ٢٥ جزء / مليون عكارة) يعطى نموا قدره ١,٧ مرة قدر الماء العكر (١٠٠ جزء / مليون)، والأحواض شبه الرائقة (٢٥ - ١٠٠ جزء / مليون) تعطى نموا سمكيا قدره ٥,٥ مرة قدر الأحواض العكرة. والمكارة (الطمي) تستخلص الأوكسجين كذلك من الماء فتركيز الأوكسجين في الطمي ١٦ ضعف تركيزه في نفس الحجم من الماء.

سابقاً : الدوران :

توجد تيارات currents دائمة في الماء في البحيرات الساكنة، وتقوم التيارات بنقل الحرارة والمواد الذائبة والصلبة. وتنشأ التيارات المائية نتيجة قوى تستمد طاقتها من الشمس، سواء بطريق مباشر أو غير مباشر. فيتغير حجم الماء السطحي بالتسخين والتبريد بالمطر والتبخير، كما يحدث المد نتيجة الجاذبية للشمس والقمر مما يؤدي إلى جذب الماء نحوها في دورات يومية وقمرية lunar منتظمة، بجانب الضغط الجوي المتغير عادة على السطح، وكل هذه السبل المحركة للماء تتأثر بدوران الأرض. فالرياح هي القوة الأساسية المحركة للتيارات السطحية في الماء. وتنقل هذه التيارات من السطح إلى الماء الأعماق لكن بقوة أقل. وتتوقف شدة التيارات على قوة سرعة الرياح، كما تؤثر حركة دوران الأرض على المياه المتحركة فتتحرفها، ويقل هذا الانحراف في المياه الضحلة ويانخفض سرعة الرياح. وباختلاف كثافة الماء (باختلاف درجة الحرارة والمطر والبخر) تتحرك المياه، فينخفض الماء السطحي عندما تزداد كثافته عن الماء الأعماق في أثناء تغييرات درجة الحرارة الموسمية، ولكن التغيير تحت الماء السطحي في درجة الحرارة يكون بطيئاً.

ويلعب المد والجزر على حركة الماء رأسياً في حدود ١ - ٥ م تقريباً (ويلمسها من يمشي على الشواطئ) مسببة تيارات وقيمية على الجرف القاري والمصببات، وتيارات المد عادة أقوى من الحركات الأخرى، ولا تتوقف سرعتها واتجاهها على ارتفاع وعيوب المد فقط بل أيضاً على عمق وتكوين القاع. وقد تبلغ تيارات المد ٥ م / ثانية (١٠ عقدة) في بعض الأماكن الضيقة أو ٥٠ م / ث عادة على الجرف القاري والمصببات. ومدى المد في البحر المفتوح نادراً ما يزيد عن ١ م في الارتفاع.

ثامناً : الموج :

الأمواج Waves تسببها الرياح وترتفع وتتسع الأمواج بشدة سرعة الرياح. والرياح تؤثر على الموج بشدة أعلى من تأثيرها على التيارات المائية التي عادة تبلغ فقط ١ - ٢ ٪ من سرعة الرياح. وسرعة الموج ترتبط بطول الموج. فسرعته بالسنتيمتر / ثانية ١٢,٥ مرة تقريباً قدر الجذر التربيعي لطوله بالسنتيمتر. والأمواج ليست فقط على سطح البحر الذي نراه، بل هناك أمواج عند كل طبقة من طبقات الماء أو عمق من أعماق الماء أو كظلمات في بحر لجي يغشاه موج من فوقه موج من فوقه سحب ☁ - النور : ٤٠.

الفصل الثاني الخواص الكيميائية للماء

أولاً الأوكسجين :

تقل ذائبية الغازات في الماء بارتفاع درجة حرارته ، والأوكسجين أهم غازات الماء ، ومصادره عبارة عن الهواء (فزيادة حركة الماء تزيد ذائبية الغازات في الماء) والكائنات الحية النباتية البقية (نهراً بالبناء الضوئي) والأمطار التي تذيب الغازات في الماء في أثناء سقوطها . والأوكسجين في الماء يتزن مع أوكسجين الهواء فزيادته في الماء تجعله يتسرب جزئياً إلى الهواء والعكس . وتتوقف ذائبية في الماء على درجة الحرارة والملوحة والارتفاع عن سطح البحر ، كما يتضح من الجداول التالية :

محتوى الماء من الأوكسجين (على درجات حرارة مختلفة وارتفاعات عن سطح البحر متباينة) مجم / لتر عند تشبعها بالهواء :

درجة حرارة الماء °م			الارتفاع عن سطح البحر بالمتر
٢٠	١٥	١٠	
٨,٦	٩,٥	١٠,٦	٢٥٠
٨,٣	٩,٢	١٠,٣	٥٠٠

تركيز أوكسجين الماء (مجم / لتر) عند ٢٥°م

على ارتفاعات مختلفة من سطح البحر:

الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	تركيز الأوكسجين
صفر	٨,١
٥٠٠	٧,٩
١٠٠٠	٧,٤
١٥٠٠	٧,٠
٢٠٠٠	٦,٦
٢٥٠٠	٦,٢
٣٠٠٠	٥,٨

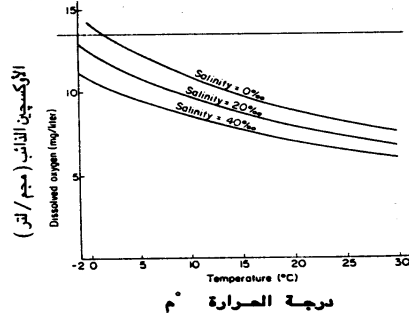
علاقة تركيز الأوكسجين المذاب في الماء النقي بدرجة حرارة الماء :

الأوكسجين المذاب		درجة الحرارة °م
سم ³ /لتر	مجم/لتر	
١٠.٢	١٤.٦	صفر
٩.٠	١٢.٨	٥
٧.٩	١١.٣	١٠
٧.١	١٠.٢	١٥
٦.٤	٩.٢	٢٠
٥.٩	٨.٤	٢٥
٥.٥	٧.٦	٣٠

ذائبية الأوكسجين في الماء المالح (سم³/لتر) :

ملوحة الماء جزء / ألف			درجة حرارة الماء °م
٣٦.١	٣٢.٥	٢٧.١	
٨.٠	٨.٢	٨.٦	صفر
٧.١	٧.٣	٧.٦	٥
٦.٤	٦.٥	٦.٨	١٠
٥.٣	٥.٤	٥.٦	٢٠

ذائبية الأوكسجين (في اتزان مع الهواء المشبع بالماء على ضغط ٧٦٠ مم زئبق) على درجات حرارة مختلفة وملوحة متباينة.



ولا تتوقف ذائبية غاز على الغازات الأخرى الذائبة في الماء . وتبلغ معاملات ذوبان الغازات في الماء على 28°C م ٠.٠٢٣ للأكسجين ، ٠.٠٤٥ لثاني أكسيد الكربون ، ٠.٠١٢ للنيتروجين ، بينما تركيب غازات مياه البحر (كتسب مئوية من المحتوى الكلي على 10°C م) هو ٢٤ ٪ أكسجين ، ٦٣ ٪ نيتروجين ، ١.٦ ٪ ثاني أكسيد كربون . ونظراً لثقل ذائبية الأكسجين في الماء فإن محتوى الماء من الأكسجين أقل منه في الهواء ، فنسبته في الهواء ثابتة حوالي ٢١ ٪ (٢٠.٩) بينما في الماء تتباين من العدم إلى ضعف التشبع أو أكثر (٠.٧ ٪ بالحجم ، أو ١٠ مجم / لتر) إذ أن الماء العذب يحتوي على ١٠.٢ سم^٣/لتر على 10°C م وتقل هذه الكمية بارتفاع درجة الحرارة وبالملوحة ، فالماء المالح (٣٠ جزء / ألف) على الصفر المئوي يحتوي ٨.٨ سم^٣/لتر . وإذا كانت زيادة أكسجين الهواء قد تفسر بالحيوانات الأرضية فإن زيادته في الماء لا تفسر إلا الزيادة على الأكثر . وتتوقف ذائبيته من الهواء في الماء على الضغط الجوي ودرجة الحرارة والملوحة ونسبته في الهواء وكمية بخار الماء في الهواء . ويعبر عن تركيز الأكسجين كنسبة وزنية أو نسبة حجمية أو نسبة من التشبع ، وفي الماء العذب يُعبر عنه كنسبة وزنية أي أجزاء في المليون أو مليجرام / لتر على 4°C م (حيث أعلى كثافة للماء) ، بينما في المالح يعبر عن تركيزه كمليجرامات في اللتر على 20°C م . وقد تستخدم النسبة المئوية من التشبع للتعبير عن تركيزه في الماء المالح والعذب .

عوامل التحويل لخصائص تركيزات الأكسجين :

من	إلى		
	جزء/مليون أو مجم / لتر	سم ^٣ /لتر	مجم ذرات/ لتر
جزء/مليون	١.٠	٠.٧	٠.٠٦٢٥
أو مجم / لتر	١.٤٣	١.٠	٠.٠٨٩
سم ^٣ /لتر	١٦.٠	١١.٢	١.٠
مجم ذرات/ لتر			

ويقل الأكسجين بتنفس النباتات والحيوانات والبكتيريا على كل الأعماق ، وبالاختلاف من الماء السطحي فوق المشبع إلى الهواء الجوي ، وأيضاً بالتفاعلات الكيميائية واستنفاد المادة العضوية المحللة لنسبة الأكسجين . وبالاختلاف الشديد للأكسجين الذائب في أعماق الماء يعد ذلك من انتشار أنواع معينة من الكائنات الحية . وفي حالة عدم حركة الماء العميقة إلى السطح (كما في الأحواض والبحر الميت) فإن الماء العميق لا يحتوي أكسجين لكن يحتوي كبريتيد هيدروجين .

وأوكسجين الماء لازم ومحدد لنمو الأسماك والكائنات المائية المختلفة ، فينقص الأكسجين (بزيادة الملوحة والحرارة والارتفاع عن سطح البحر) تزيد الاحتياجات الأوكسجينية للأسماك والكائنات النقية

(مجهرية) من بلانكتون ويكتيريا فتزيد شدة تمثيلها الغذائي بارتفاع درجة الحرارة . وبانخفاض تركيز الأوكسجين يسوء النمو وتسوء الاستفادة الغذائية كما تزيد فرصة التعرض للأمراض . فزيادة درجة الحرارة أو الارتفاع عن سطح البحر يجب خفض كثافة تخزين السمك كما لا ينبغي التغذية عند اشتداد درجة الحرارة ، إذ تسوء الاستفادة الغذائية ويرتفع استهلاك الغذاء مع ضعف النمو ، لكن لو تم إثراء الماء بالأوكسجين فيمكن زيادة كثافة التخزين في الصيف مع تعظيم النمو . ويتم الإغناء بالأوكسجين عن طريق ضخ الهواء المضغوط خلال أنابيب مثقبة أو مفتوحة ، أو عن طريق عمل سوجدات . وتيارات ماء باستخدام ساقية أو نحلة ، أو بزيادة مسطح الماء المعرض للهواء عن طريق إسالة الماء لنزع غازاته (نيتروجين وثاني أكسيد الكربون) وإثرائه بالأوكسجين ، والمضخات التي ترفع الماء ليتناثر على سطح الحوض .

ويختلف تركيز الأوكسجين على مدار النهار فيكون أقصى تركيز له في الغروب نتيجة التمثيل الضوئي طول النهار ، وأقل تركيز للأوكسجين يكون عند الفجر نتيجة استهلاكه من قبل الكائنات الحية (نباتية وحيوانية) المختلفة . ونقص الأوكسجين لا يضر فقط بالنمو بل يسبب أضراراً خلوية ونسجية يصاحبها نقص أوكسجين الدم Hypoxia ، وأكثر الخلايا عرضة للمخاطر هي التي لها احتياجات عالية من الأوكسجين مثل خلايا القلب والكلى . ويحدث النفوق عند شدة سحب الأوكسجين أو نقصه Anoxia .

ولكل نوع من الأسماك احتياجات أوكسجينية ، فبعض الأسماك يحتمل نقص الأوكسجين عن البعض الآخر ، وعموما تتفق معظم الأسماك إذا انخفض الأوكسجين الذائب في الماء إلى ٢ مجم / لتر . ويزيد الاستهلاك من الأوكسجين بزيادة نشاط السمك وزيادة معدل الميتابوليزم . وعموماً فأسماك المياه الباردة أكثر احتياجاً للأوكسجين عن أسماك المياه الدافئة ، فالبلطي أقل احتياجاً للأوكسجين عن المبروك والمبروك أقل احتياجاً عن السالمون .

ثانياً : ثاني أوكسيد الكربون :

يمكن احتمال زيادة تركيزه إلى ٣٠ جزء / مليون إذا توافر في الماء أكسجين بكافية ، لكن زيادة تركيزه في المياه بدون ضخ هواء أو تقليب الماء وتهويته أو في أثناء النقل للأسماك في أكياس مغلقة في وقت الحر يؤدي ذلك إلى التسمم والنفوق . وقد تحتمل بعض الأسماك (القراميط) حتى ١٤٠ جزء / مليون ثاني أوكسيد كربون مع وفرة ١٠ جزء / مليون أوكسجين ذائب في الماء .

في بعض الحالات يزداد تشبع الماء بالغازات (ثاني أوكسيد كربون ، أوزون ، أوكسجين) إلى أعلى من ١١٠ ٪ في بعض نظم الإنتاج المكثف المغلقة فتسبب مشاكل للأسماك عند وصول الغازات إلى المخ والقلب فتموت الأسماك .

ثالثاً : النيتروجين :

صور النيتروجين الثابتة كنيترات ونيتريت وأمونيا مركبات أساسية للحياة من كل الأنواع ، وتنشأ مشاكل بزيادة النيتروجين في الماء إذ يترك النيتروجين (في حالة زيادة تشبع الماء به) المحاليل داخل جسم

الكائنات المائية مكونة فقائيج تظل في الانسجة فترات طويلة . ويزيد تشبع المياه بالنيتروجين في الماء الأرضي مما يلزم تهويته قبل رعاية السمك فيه ، كما أن مياه الشلالات والسدود تحمل هواء تحت ضغط إضافي ، وإحداث تدفئة للمياه تزيد تشبعه بالنيتروجين ويضر بالسمك . وتزيد الأمونيا بفعل البكتريا على مواد العلف الزائدة على حاجة الأسماك ، وكناتج ميثابوليزمي تخرجه الأسماك ، فلوزادت الأمونيا أدت إلى تسمم الأسماك ، لذا تراعى كثافة تخزين السمك المكثى ومعدل التغذية الأمثل مع تهوية الماء . والنيتريت سام للأسماك كذلك .

رابعاً : تركيز ايون الهيدروجين :

القيم المنحرفة عن مدى pH ٤.٥ - ١٠ تعوق نمو السمك ، لكنها نادرة الحدوث ، pH الماء العذب متغير ، بينما PH البحار المفتوحة يظل غالباً ما بين ٨.١ - ٨.٣ في الطبقة السطحية ، وفي الأعماق منخفضة الأوكسجين يصل إلى pH ٧.٥ ، وفي الأحواض المحتوية على كبريتيد هيدروجين تنخفض القيم إلى PH ٧ ، فهو عامل غير محدد للكائنات ذات الأهمية التجارية في البحار .

وتتأثر درجة حموضة الماء بوجود نباتات مائية مستهلكة لثاني أكسيد الكربون ويوجد مصادر تلوث أنزوي ، كما تتأثر بحموضة التربة ذاتها . ويمكن تنظيم درجة الحموضة بالتجيير .

خامساً : القلوية :

مقياس لكمية الكربونات والبيكربونات (القلويات) التي يمكن اتحادها مع الحامض ، أي مقياس للسعة التنظيمية أو الاتحادية الحامضية للماء . والقلوية المناسبة لنمو الأسماك في مدى ٥٠ - ٢٠٠ جزء / مليون ، فارتفاعها مقياس لصلحية الماء لنمو السمك . ويمكن زيادة القلوية بإضافة الجير .

في تعريفها الألماني Säuerebindungsvermögen (SBV) تعنى قلوية الميثيل البريتاني Methyl orange alkalinity أو قدرة الارتباط بالحامض لوجود أملاح الكربونات والبيكربونات للقلويات (كالسيوم ومغنسيوم) . وفي الحياة العادية الطبيعية تعنى القلوية مكافئ بيكربونات الكالسيوم . وكلما كانت القلوية مرتفعة كان الأس الهيدروجيني أكثر ثباتاً . وتزداد الإنتاجية مع ازدياد قيمة SBV إلى حد أقل من ٢.٥ درجة ، بينما انخفاضها لأقل من ١.٥ درجة تعنى الفقر جداً ، فالحياة العادية يجب أن تتوفر فيها درجة قلوية ٢.٥ - ١.٥ . ويتم السيطرة على القلوية بالتجيير .

سادساً : الملوحة :

تعرف بأنها إجمالي كمية المواد الصلبة بالجرام التي يحتويها كيلو جرام ماء بحر عند تحويل كل الكربونات إلى أوكسيد ، ويستبدل البروم واليود بالكلور وتتأكسد كل المادة العضوية تماماً . وماء البحر عبارة عن مخلوط ثابت النسب من الهالوجينات والكربونات وأملاح الكبريتات للصوديوم والمغنسيوم والكالسيوم والبروتاسيوم والاسترانشيوم مع كميات صغيرة من مواد أخرى وأثار لعديد من العناصر الأخرى . ونظراً لثبات النسب بين المكونات الهامة للملوحة ، فإن الملوحة الكلية تقدر ببساطة بتقدير كمية الكلور (+ البروم) كاهم الأيونات باستخدام المعادلة التالية : الملوحة (جزء / ألف) = ١.٨٠٦ + ٠.٠٣ (الكلور + البروم في الألف) ، كما يمكن التنبؤ بالملوحة عن طريق قياس التوصيل الكهربى لسهولته ولارتباطه بالملوحة بدقة .

وهذا التركيب الثابت من الأملاح لا يتواجد في الماء العذب ولا في الأحواض المغلقة كالبهر الميت وبحر قزوين وغيرها والتي قد تحتوي أساساً الكربونات والكبريتات والكلوريدات أو مخاليطها . ونسب الأملاح في المصبات تتحور حسب ما يصرفه النهر من أملاح وحسب العمق والموقع ومستوى المد والفيضان . وتتباين ملوحة المحيطات المفتوحة ما بين ٣٣ - ٣٧ جزء في الألف طبقاً للاختلافات في كميات البخار والأمطار . بينما في الأعماق يكون التباين بسيطاً ، ويرتبط بالعمق والموقع والموسم . وعموماً فلا اختلافات في المحيطات المفتوحة ليست ذات أهمية بيولوجية مباشرة .

محتوى ملوحة مياه البحر (جزء في الألف) :

البحر	الملوحة
المحيط الأطلنطي الشمالي	٣٥
المحيط الأطلنطي الجنوبي	٣٧
بحر الشرق الجزء الغربي	٢٠
بحر الشرق الجزء الأوسط	٨
بحر الشرق الجزء الشرقي	٨ - ٢
البحر المتوسط الجزء الغربي	٣٧
البحر المتوسط الجزء الشرقي	٣٨
البحر الأسود	١٨ - ١٥
بحر قازوين	٣٠٠
المحيط الهندي	٣٤
البحر الأحمر	٤١

ويتركب ماء البحر من الأملاح التالية (كنسب مئوية منسوبة للملحة ٣٥ جزء / ألف) :

ملح طعام ٧٧.٧

كلوريد مغنسيوم ١٠.٨

كبريتات مغنسيوم ويوتاسيوم وجبس ١٠.٨

كربونات كالسيوم ٠.٣

بروميد مغنسيوم ٠.٢

وقد تحتوي المياه الشاطئية في الطقس الجاف على ملوحة أكبر مما في المحيط المفتوح فالخليج الفارسي يحتوي على ملوحة ٦٠ - ١٠٠ جزء / ألف في بعض المناطق (الأهوار lagoons) التي يتبخر منها الماء ولا يدخلها ماء البحر الا صدفه .

والماء العذب fresh. يحتوى على أقل من ١ جم / كجم جوامد ذائبة ، والماء الشروب brackish ملوحتة قليلاً تزيد عن ١٥ جم / كجم ، والماء المالح marine ملوحتة ٣٥ - ٤٠ جم / كجم . ويزيادة ملوحة الماء يزداد ضغطه الاسموزى . ولكل نوع سمك احتياجات ملوحة معينة ، فالبورى مثلاً يتطلب ١٤.٥ جزء / ألف بينما البلطى النضى ٢٤ جزء / ألف والبلطى الموز مبيقى ٣ جزء / ألف والبلطى الحسانى ١٨.٩ جزء / ألف والمبروك العادى ٩ جزء / ألف وهكذا .

ونقص الملوحة أو زيادتها يخفض من النمو فى الأسماك لارتباطها بالتنظيم الاسموزى للسمك ، واختلاف الملوحة مع انخفاض تركيز الأوكسجين يزيد من نقص الطاقة القابلة للاستفادة منها فى الصور الميتابوليزمية المختلفة ومنها النمو .

ومن الأملاح الضرورية فى الماء لتتطور النبات فى الحديد والمنجنيز والكبريت والسليكات وغيرها . فالحديد تتوقف صورته (حديدوز ، حديدك) على وفرة الأوكسجين فى الماء ، وفى حالة وفرة الأوكسجين يتكون هيدروكسيد حديدك يرسب إلى القاع إذا توافرت حموضة مناسبة (pH < ٧) ، وينقص الأوكسجين تتحول أملاح الحديدك إلى أملاح حديدوز وتذوب فى الماء . ويقل تركيز الحديد بزيادة عمق الماء ، إذ أن أعلى تركيز فى الطبقة المائية السطحية (ونفس الاتجاه ملاحظ أيضاً لكل من النحاس والزنك والرصاص والنيكل) . وتقل تركيزات الحديد بزيادة ملوحة المصب فالجرف القارى ، كذلك تقل تركيزات النحاس والزنك بزيادة الملوحة (عند المصب ثم الجرف القارى) . وقد ينمكس اتجاه الزيادة لكل من تركيزات الزنك والنحاس والنيكل والرصاص باختلاف العمق . وأملاح الأزوت هامة ومصدرها حامض النتريك والأمونيا من الجو وكنواتج تحليل المادة العضوية ومن تثبيت البكتريا للنتروجين . وهناك ارتباط بين دورى النتروجين والكبريت فى الرواسب البحرية ، فالكبريتيد الحر يعيق استهلاك أوكسيد النتروز الناتج من النتريفة (Nitrification) $NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow N \rightarrow N_2O$ وإزالة النتريفة (Denitrification) $N_2O \rightarrow N_2$. وتستهلك كذلك الكائنات القاعية ومجاميع من البكتيريا . ويؤثر الأوكسجين على دورة مركبات النتروجين والحديد والمنجنيز والكبريتات ، فيحدد مثلاً الأوكسجين من تفاعلات وسرعة تفاعلات ميتابوليزم دورة النتروجين ، سواء باختزال النترات إلى أمونيا أو تحويل النترات إلى نيتروجين ، أو العكس أى إنتاج النترات فى الرواسب المائية ، كما يرتبط بشدة تركيز الحديد والمنجنيز الصلب بتركيزات الأوكسجين ، إذ تنخفض تركيزاتها بشدة فى الأعماق المنعدمة الأوكسجين ، كما ينخفض تركيز الحديد والمنجنيز الذائب فى وجود الأوكسجين ويبدأ فى الزيادة بنقص الأوكسجين . أما مركبات الفوسفات فتستطيع الطحالب والنباتات اختزانها لو زادت كمياتها فى الماء . والسليكات تكون جزءاً مهماً من هيكل الطحالب الذهبية (الدياتومات) .

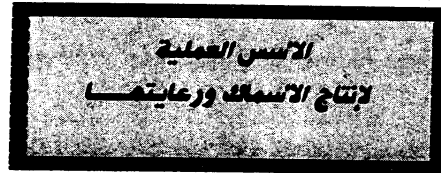
ويستطيع البورى أن ينمو ببيضه المخضب على ملوحة ٥ - ٦٠ فى الألف بينما يحدث الفقس على ملوحة ١٠ - ٥٥ فى الألف وتحيا اليرقات على ١٠ - ٥٥ فى الألف ، ووجد المدى الأمثل للملوحة لتحسين

البيض على ٢٢ - ٢٥م هو ٣٠ - ٤٠ فى الألف ، وأفضلها ٣٥ فى الألف . ويتحمل البلطى التلى تغيير ملوحة الماء من الماء العذب إلى ٦٠ ٪ ماء بحر ، وينفق نزفا بعد النقل المفاجيء إلى ٧٠ ٪ ماء بحر ، بينما زيادة الملوحة التدريجية تحتمل لحد ما . والبلطى الجليلي T.galilaea تنمو بنفس المعدل فى الماء العذب والماء المالح المخفف بماء عذب (١/٣ ، ١/١) خاصة للذكور بينما الإناث تنمو بنفس معدلها فى الماء العذب و ٢٥ ٪ ماء بحر . أما البلطى أوريا T.aurea فيحتمل حتى ١٠ فى الألف ملوحة (كلوريد صوديوم) ، كما تحتمل أسماك البلطى الراندىلى أقل من ١٩ فى الألف وأنسب ملوحة ليرقات القسرا ميط أقل من ١٢ فى الألف .

سابعاً : درجة العسر :

هى مقياس لتركيز أيونات الكالسيوم والمغنسيوم ، فالماء العسر hard هو المحتوى على كثير من هذه الأيونات ، والماء اليسر soft هو المحتوى على القليل من هذه الأيونات . وأفضل نمو للأسماك على معدل عسر للماء ما بين ٥٠ - ٣٠٠ جزء / مليون . والعسر يرتبط كذلك بدرجة الحموضة والقوية وكلها تؤثر عليها إضافة الجير (تجيير liming) .

الجزء الثاني



الباب الاول
الاستزراع السمكى

الفصل الأول مقدمة تاريخية Historical Introduction

تمت ممارسة زراعة السمك في أحواض منذ عصر التوراة Biblical times ، وبعض الأساليب التي صورها الصينيون منذ أربعة آلاف سنة ما زالت تستخدم حتى يومنا هذا . هذا وقد عرفت الحضارة الصينية كذلك التفريخ الصناعي للسمك في سنة ٢٠٠٠ قبل الميلاد . ولم يسجل الأسلوب الفني لزراعة السمك تفصيلا حتى عام ٤٧٥ قبل الميلاد ، حيث سجلت حينئذ أول نبذة عن مزرعة المبروك العادي في الصين ، واستقطبت بعد ذلك سلالات خاصة بها كالمبروك بأنواعه المختلفة والبطي والبوري ، ثم انتقلت تربية الأسماك في البحيرات الصناعية (الأحواض) من الصين إلى اليابان (عن طريق كوريا في عام ٢٢٠ م) ، ويرجع فيها البوري والتعبان والمبروك وغيرها .

وقد ارتبطت في الصين زراعة السمك بإنتاج الحرير ، حيث استخدمت شرايق دود الحرير وإخراجاتها Faeces في تغذية السمك المستزرع . وزرعت الأسماك في الأحواض في الهند قبل ما يزيد عن ٢٠٠٠ عام ، على أساس من الخبرة والمعرفة التقليدية عبر الأجيال خاصة في منطقة البنغال .

وفي مصر ، حيث النيل العظيم مصدر الخصب والذي كان يفيض على الوجهين القبلي والبحري محولا دللتا إلى أحواض سمكية ، مما جعل الفراعة يعتمدون على السمك في غذائهم ، ولارتباط الإنسان المصري القديم بالصيد والسمك ، فقد اتخذ من السمك رموز كثيرة في حياته . فقد أشارت الأسماك الحاضنة لبيضها في فمها (بلطي) إلى الخصب وارتبطت بالخلق والإله أتوم Atum ، فالبلطي النيل Sarotherodon niloticus كانت موضع ملاحظات مفصلة في مصر منذ ٥ آلاف عام على لوحات الآثار المصرية ، واعتبرت شيئا مقدسا يمثل الأمل في البعث ، وهناك رسوم بارزة ترجع تاريخها إلى ٢٥٠٠ سنة قبل الميلاد توضح رعاية البلطي في أحواض ، وفي الإنجيل ما يشير إلى وجود أحواض السمك في مصر في أوائل الألف سنة الأولى قبل الميلاد . ويحفل كل من المتحف المصري ومقابر الفراعة وآثارهم وكذا المتحف البريطاني بالكثير من اللوحات التي تشير إلى الأسماك المصرية القديمة من بلطي وقرموط والبياض والبوري والفهقة والبيض والشلبة ، والكثير من أدوات الصيد المصرية القديمة كالصنابير العظمية والحراش والاقواس والرماح (جوبيه) وغزل وشبك سدة وسلال (بطراحات) . ولقد اتخذ الفراعة من الأسماك تائما وأحجية لحماية حاملها من الغرق ، كما أخذت أدوات التجميل أشكالاً للأسماك ، وتفاعل الإنسان المصري بالسمك كرمز للخير والخصب . وتشير لوحات الفراعة في سقارة إلى إزالة رأس سمك القرموط وتنظيفه ، وإعداد البطارخ من البوري ونزعه من الشبك ، كذلك تشير رسومهم إلى أشكال لبيع الأسماك الطازجة والملحة وطرق الصيد المتعددة . ولقد حرم الملك النوبي بي Py (الذي احتل مصر حوالي عام ٧٥٠ قبل الميلاد) دخول أي مصري لقصره إذا كان اكلا

للأسماك، خاصة السمك البياض والبلطي والقرموط والبوري والنفخة والغبان.

وفي أوروبا استخدمت الزراعة السمكية في عهد الامبراطورية الرومانية كنوع من الترف، وفي العصور الوسطى انتشرت مزارع السمك في الأديرة لحفظ السمك حيا لحين استخدامه طازجا ولقد انتشرت أحواض الأسماك في نهاية القرن الثامن في النمسا، ثم انتشرت أحواض المبروك هناك وارتبطت ببناء المعابد وفي الغابات حيث تنتشر البرك.

أما الزراعة المائية Aquaculture الحديثة فترجع إلى عام ١٨٦٠ وما حولها ، إذ بدأت الدراسات العلمية لزراعة التراوت والسالمون في بريطانيا والولايات المتحدة الأمريكية منذ ذلك الحين، وقد استمرت وازدهرت عملية تربية الأنواع السمكية المختلفة حتى وصلت حاليا إلى مايزيد عن ٣١٤ نوعا . وقامت هذه المزارع جميعها على التغذية الطبيعية في الأحواض ، حتى منتصف القرن العشرين حيث بدأت أبحاث اسكندنافية وأمريكية على تغذية السمك على أعلاف مضغوطة pelleted مما أدى إلى تطوير إنتاج السالمون والتراوت وأخيرا (في الولايات المتحدة) كذلك قرموط القناة . وقد شجع هذا النجاح مع أسماك الماء العذب على تطوير زراعة الأسماك البحرية والمحاريات والزراعة المكثفة للأنواع مرتفعة القيمة كالسالمون والقرموط والبلطي وسمك اللين (في المناطق الاستوائية). وتطورت الزراعة المائية في العقود الأخيرة من السنين إلى زراعة الجمبري بأنواعه والمحار والطحالب والنباتات المائية.

فالتاريخ يدل على أن زراعة السمك فرع قديم من رعاية الحيوان الذي عرفت أسسه الحالية من زمن بعيد ، فاستخدمت زراعة السمك للتسلية والرياضة والهوايات أو للاستهلاك والتجارة ، وارتبطت بأنشطة أخرى كزراعة الجاموس والبقر والخنازير والبط والدجاج وحبو الحرير وكراب البحر وإنتاج الفراء والمحاصيل الزراعية والخضروات كمصادر إضافية للدخل فكلاب البحر Nutria مثلا تنظف الأحواض السمكية من النباتات كما يصنع من جلودها القبعات ، بينما مخلفاتها الحيوانية (بجانب مخلفات النباتات) تستخدم في تسميد الأحواض وتغذية الأسماك علاوة على أنها تخفف من تكاليف إنتاج السمك وفيها استغلال كلف للعمالة إذ يمكن أن يخصص عامل لكل ٢٠ هكتار في المزارع الكبيرة.

ولقد دخلت مصر أسماك المبروك بداية من عام ١٩٣٤ من جزر الهند الشرقية بقصد استزراعها وانتشرت المزارع السمكية حديثا وتقوم بتربية البلطي والبوري بجانب المبروك..

الفصل الثاني موقف الإنتاج السمكى

يعيش السمك فى الماء الذى تبلغ كميته حوالى ١.٤ بليون كيلو متر مكعب، ومن الماء ما هو مالح (ويشكل ٩٧ ٪ من جملة كمية الماء) ومن الماء ما هو عذب (٢.٥ ٪ فقط من إجمالى ماء العالم)، والقليل من الماء هو المتاح للإنسان. فمصدر الأسماك ينحصر فى مياه المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار والمزارع السمكية.

ورغم أن السمك يشكل ١ ٪ من غذاء الإنسان، إلا أن ١٤ ٪ من البروتين الحيوانى المتحصل عليه الإنسان عبارة عن بروتين سمك. ويبلغ الإنتاج العالمى السنوى من الأسماك حوالى ٧٥ مليون طن. لا يستخدم منه فى غذاء الإنسان المباشر سوى الثلثين، والثلث الآخر يوجه لصناعة مسحوق وزيت السمك أى فى تغذية الحيوان. وتساهم الدول الثمانية بحوالى ٤٨ ٪ من إجمالى صيد العالم. ويبلغ احتياج العالم عام ٢٠٠٠ من الأسماك حوالى ١٠٤ مليون طن. ويصل الفقد فى السمك من التلف بعد الصيد ١٠ ٪ بينما الفقد فى أثناء التجفيف والتخزين يصل ٢٥ ٪.

وتستخلص من الأسماك (والحيوانات البحرية) المختلفة مواد عطرية (توابل) برائحة وطعم السمك، وهى مواد دائمة فى الماء، وتستخدم فى تحسين طعم الحساء. وبدأت صناعة مسحوق وزيت السمك فى شمال أوروبا وأمريكا الشمالية فى بداية القرن ١٩ نتيجة زيادة صيد أسماك الرنجة. واستخدام الزيت صناعيا فى دباغة الجلود وإنتاج الصابون والجليسول وفى صناعة المارجرين، ومتبقيات استخدمت كسماد، ومع بداية القرن ٢٠ تم تجفيفه وطحنه كمسحوق سمك لتغذية الحيوان (دواجن - خنازير - أسماك) فمسحوق السمك عبارة عن المنتج الجاف المطحون بعد استخلاص الزيت كلية أو جزئيا من السمك أو مخلفاته. وعادة ٩٠ ٪ من مسحوق السمك ناتج من أنواع السمك الصناعى (ثعبان الرمل، سردين، أنشوجة وغيرها) الذى لا يباع عادة للاستهلاك الأدمى، إما لأنها غير مقبولة الطعم أو لصغر حجمها وفسادها السريع مما يعوق تخزينها اقتصاديا وتداولها وتنظيفها.

كما ينتج من الأسماك كذلك مركبات بروتين السمك Fish Protein Concentrate بنوعية، الأولى يحتوى على أقل من ٥٠ ٪ دهون والآخر يحتوى على أقل من ١٠ ٪ دهون، والأولى مكلف لاستخلاص الدهن، والثانى طعمه سمكى لوجود الدهون وبالتخزين يأخذ طعما زنخا، وإنتاجهما كغذاء للإنسان يتطلب جودة السمك وإنتاجها تحت ظروف صحية سليمة. وتصنيع زيت ومسحوق السمك يمر بعمليات تشتمل على :

١ - التسخين (٩٥ - ١٠٠ م°) لتجميع البروتين وفصل الدهون والماء.

- ٢ - الضغط (أو الطرد المركزي) لإزالة جزء كبير من السوائل (تركيز).
- ٣ - فصل السائل إلى زيت وماء (وقد تهمل هذه الخطوة لانخفاض الدهن عن ٣٪).
- ٤ - تبخير الماء لتركيزه (ذائبات السمك) وهو غنى بالبروتين الذائب وغير الذائب وباقي الزيت ومعادن وفيتامينات وأمينات.
- ٥ - تجفيف المادة الصلبة (كسب مضغوط) والذائبات المضافة لإزالة الجزء الأعظم من الماء (على حرارة لا تزيد عن ٩٠ °م) لتكوين مسحوق ثابت به أقل من ١٢٪ رطوبة.
- ٦ - طحن المادة الجافة (١٠ - ١٠٠ mesh).
- ونائج هذا التصنيع عادة ٢١٪ مسحوق سمك، ١١٪ زيت سمك، ٦٨٪ ماء، وتضاف مضادات الأكسدة مباشرة عقب التصنيع لثبات المسحوق، ثم يوزن في عبوات ورقية عديدة الطبقات مبطنة بالبولي إيثيلين لتقليل نفاذية الأوكسجين لتقليل فرصة الأكسدة.
- وقد تحول الأسماك إلى أعلاف حيوانية في صورة مسحوق جاف بعد معاملة السمك المعقم بإنزيمات (Papain) على ٥٥ °م لمدة ١٠ ساعة ثم الترشيع والتجفيف والطحن. وقد تحول السمك إلى سيلاج باستخدام الأحماض العضوية أو المعدنية (٣.٥٪) والتخمير في معزل عن الهواء، وقد يضاف إليها كربوهيدرات (دقيق أو مولاس ٢٠٪ مثلا) وبكتيريا حمض اللاكتيك.
- ومن أكثر الدول إنتاجا واستهلاكاً للأسماك المجففة (كغذاء أدمى) هي دول آسيا كتيوان وتايلاند وأنونيسيا وماليزيا والهند وسريلانكا وغيرها، وفيها يتم تجفيف السمك شمسيا أو صناعيا (باستخدام مخلفات زراعية كقش الأرز وقشر جوز الهند وغيرها للتجفيف). وتصل نسبة التالف من هذه الأسماك في أول ٥٠ يوم تخزين للسمك المجفف ٣٠ - ٥٠٪ وذلك بفعل الحشرات والتلف البكتيري والفطري والمغني والتزنخي والتحللي الذاتي وغير ذلك مما يتوقف على درجة الحرارة والنشاط المائي Water activity.
- ويتباين محصول السمك من البحيرات والأنهار وشواطئ البحار كثيرا ما بين ١ - ٣٠ طن / كم^٢ / سنة (أى من ٤٢ إلى ١٢٦ كجم / فدان / سنة) ، وأقصى صيد يقع في المدى ١ - ١٠ طن / كم^٢ / سنة (أى من ٤.٢ إلى ٤٢ كجم / فدان / سنة) ، لكن الصيد من المصبات والأحواض أعلى كثيرا (حتى ١٢٠ طن / كم^٢ / سنة بدون تغذية إضافية) ، والمحصول من المحيطات المفتوحة أقل كثيرا (٠.٠٠٢ - ٠.٠٠٥ طن / كم^٢ / سنة). وزيادة محصول السمك من مصبات الأنهار والأحواض يرجع لزيادة دخول المواد العضوية بما يزيد الإنتاج الأولي (المتطلب لتغذية الأسماك) ، بينما ينخفض محصول المحيطات العميقة لطول السلسلة الغذائية بينما إنتاج المياه العذبة في المجار الطبيعية فمختلف على مستوى العالم أيضا ويتراوح ما بين ٧ - ٣٢ كجم / فدان / سنة وهو في البرك ٧٠ - ٨٠٠ كجم / فدان / سنة ، وفي مزارع الأرز ٥٤ - ٣٠٠ كجم / فدان / سنة . وقد تكت اليابان من إنتاج حتى ٨٠٠ كجم / فدان / موسم باتباع وسائل التغذية الصناعية، وأيضا في مزرعة العباسة بالشرقية أمكن الوصول إلى إنتاج ٧٥٠ كجم سمك/

فدان وهي إنتاجية مرتفعة جدا لكن تفوقت عليها مزارع السرو التي وصلت إلى ١٥٠٠ كجم / فدان وذلك بالتغذية الصناعية في تربية خليطة (قراميط وبلطي ومبروك).

وعلى أي الأحوال فلا يوجد مؤشر واحد (بما فيها الإنتاجية الأولية) يمكن من التنبؤ بالإنتاج الدقيق من السمك ، لذلك فنكرار التقدير للمحصول يجب تجربته على الطبيعة اعترافا بأهمية الصيد في تقدير الإنتاج الفعلي كما يعطى انطبعا خاصا عن كيفية تركيب عشائر الأسماك وما يحدثه نشاط الإنسان فيها .

وإنتاج السمكى يكون من الماء المفتوح (محيطات ، بحار) والماء الداخلى (بحيرات، أنهار، مزارع)، وإنتاج السمك من المياه الداخلية هو معظم الإنتاج . فإنتاج بعض القارات لبعض أنواع الأسماك من المياه الداخلية يوضحه الجدول التالى (إنتاج عام ١٩٨٥ عن FAO ١٩٨٧)

الإنتاج بالطن			نوع السمك
أفريقيا	آسيا	أوروبا	
٣٠٢	٧٣٩٧١	٩٧٢٢٠	مبروك عادى
٧٥٧٣	—	—	بلطى نيلسى
١٠٠	٤١٢٠٠	٣٩١٠	ثعبان السمك
١٧١٢٩٨	—	—	قشر بياض
٢٨٠	—	—	بـورى
١٤٦٠٢٥٦	—	—	إجمالى

والإنتاج السمكى من المياه الداخلية لبعض البلدان العربية مقارنة بإنتاجية بلدان أخرى ، على مدى سنوات ٧٦ - ١٩٨٥ بالطن سنويا يمثل الجدول التالى (عن FAO ١٩٨٧) :

السنة	١٩٧٦	١٩٧٩	١٩٨٢	١٩٨٥	البلد
٧٢٢٧٦	١٠٠٠٠	١١٢٦١٤	١١٢٣٣٦	٢٥٨٨١	ع.م.ج
٢٣٩٠٠	٢٧٨٢٠	٢٨٦٦٠	٢٥٨٨١	١٦٠٠٠	السودان
١٩٠٠٠	١٧٥٠٠	١٧٠٠٠	١٦٠٠٠	٤٠٠٠	العراق
١٩٧٥	٢٦٩٣	٢٩٤٠	٢٩٤٠	٨٧٣٨٢	سوريا
٢٤٠٨٢٣	٢٥٩٦٣٢	١٨٨٥٤٩	٨٧٣٨٢	٢١١٥٠٢	نيجيريا
١٤٤٨٢٩	١٢٦٧٠١	٢٠٧٩١٩	٢١١٥٠٢		البرازيل

١٣٥٠٠	١٣٤٨٥	١٤٨٥٠	١٥٦٠٠	إسرائيل
٢٠٥١٦٤	٢٢١٤٣٧	٢٣٢٣٨٠	٢٠٠١٢١	اليابان
٥٣٤٠٩٨	٥٢٨٦٧٣	٣٤٢٩٦٩	٣٦٨٤٦٥	الخليج

كما يصور الجدول التالي إجمالي إنتاج الأسماك (بما فيها القشريات والمحار) البحرية بالطن للأعوام ٨٢ - ١٩٨٥ (عن FAO ١٩٨٧) :

١٩٨٥	١٩٨٤	١٩٨٣	١٩٨٢	السنة	البلد
١٣٨٧٨٢	١٣٨٧٨٢	١٣٨٧٨٢	١٣٧٢٠٨	٢٠٠٠	ع.م.ع
٧٨٠٠	٧٨٠٠	٧٥٠٠	٧٤٢٥	٢٠٠٠	ليبيا
٦٦٠٠٠	٦٥٥٠٠	٦٥٠٠٠	٦٤٥٠٠	٢٠٠٠	الجزائر
٤٧٣٠٥٦	٤٦٧٤٥٠	٤٥٣٨٨٥	٣٦٣٦١٣	٢٠٠٠	المغرب
٨٨٨٩٣	٧٤٩٣٦	٦٧١٢٩	٦٢٨٣٧	٢٠٠٠	تونس
٢٦٢٩٠	٢٧٠٠٠	٢٩٥٠٠	٢٩٧١٠	٢٠٠٠	السودان
١٦٤٦٧	١٩٦٣٩	١١١٩٥	٨٧٣٠	٢٠٠٠	الصومال
٥٢٣٤	٤٥٦٨	٤٠٩٠	٤٤٩٧	٢٠٠٠	الكويت
٢١٥٠٠	٢١٠٠٠	٢٢٥٠٠	٢٤٠٠٠	٢٠٠٠	العراق
١٥٠٠	١٣٠٠	١٤٠٠	١٥٠٠	٢٠٠٠	لبنان
٧٧٦٣	٥٥٩٩	٤٨١٢	٥٥٩٤	٢٠٠٠	البحرين
٤٣٦٩٦	٤٠٠٠٠	٣٦٠٠٠	٣٣٠٠٠	٢٠٠٠	السعودية
٢٤٨٤	٣١٧٣	٢١١٤	٢٣٣١	٢٠٠٠	قطر
٥٠٠٠	٥٣٤٢	٤٤١٠	٤٠٦٣	٢٠٠٠	سوريا
٧٢٣٨٠	٧٣١١٥	٧٣١١٥	٧٠٠٧٥	٢٠٠٠	الإمارات
١١٤٤٣٧٠٢	١٢٠٢١٠٧٤	١١٢٥٤٧٨٦	١٠٨٢٦٦٠٠	٢٠٠٠	اليابان
٦٧٧٨٨١٩	٥٩٣٦٧٩٣	٥٢١٣٢٦١	٤٩٢٦٦٨٢	٢٠٠٠	الصين
٢١٢٣٦٠٠	٢١٣٤٨٤٦	٢٢٦٠٠٢٤	٢١٢٠١٣٣	٢٠٠٠	تايلاند
٢٠٩٥٩	٢٢٩٥٣	٢٢٤٠٢	٢٣٦٧٩	٢٠٠٠	إسرائيل
١٦٩٦٢٥٣	١٨٤٦٤١١	١٨٦٢٥٨١	١٩٢٦٦٠٢	٢٠٠٠	الدانمارك
٢١٠٠٦٧٩٦	٢٤٦٥٩٧٣	٢٨٣٥٨٣٦	٢٥٠٠٥٨١	٢٠٠٠	النرويج

فيبلغ نصيب الفرد سنوياً في العالم ١٢ كجم سمك كمتوسط عام، بينما الحد الأقصى ٣٣ كجم (في اليابان). ونصيب الفرد المصري في المتوسط بلغ عام ١٩٨٨ حوالي ٥ كجم سمك سنوياً، فقد بلغ الإنتاج الكلي في مصر عام ١٩٨٨ حوالي ٢٥٠ ألف طن (منها ٤٠ ألف طن من المزارع).

وقد أخذ معدل الإكتفاء الذاتي من الأسماك في مصر يتضاؤل من ٩٤٪ عام ١٩٦٠ إلى ٧٠٪ عام ١٩٧٥ ثم ٥٥٪ عام ١٩٨٠ وهكذا فقد كان إنتاج عام ١٩٨٥ أقل من ١٤٠ ألف طن، بينما قدرت الاحتياجات لنفس العام بربع مليون طن، أى كان الإنتاج يمثل ٥٥٪ من الاحتياجات السمكية عام ١٩٨٥.

وإنتاج مصر يمثل حوالي ١٣٪ من الإنتاج العربي وحوالي ٤٪ من إنتاج العالم، ومعظم إنتاج مصر (حوالي ٧٣٪ من جملة الإنتاج) من المياه الداخلية (البحيرات الشمالية، والنيل بفروعه والمزارع السمكية) والباقي من البحرين المتوسط والأحمر بشواطئهما الممتدة لأكثر من ٢٠٠٠ كم. وتبلغ مساحة الرصيف القارى (المساحة من خط الساحل وحتى خط عمق ٢٠٠ م وهي مركز نشاط الصيد) أمام السواحل المصرية على البحرين المتوسط والأحمر أكثر من ١١ مليون فدان، إلا أن المساحة المستغلة للصيد لا تتعدى ٤٪ من المساحة الكلية. ويعوض نقص الاستغلال لمياه البحرين بالصيد من المياه الداخلية والاستيراد الذي شكل حوالي ٧٪ من الناتج المحلي عام ١٩٦٥ وارتفع إلى حوالي ٢٨٪ من إنتاج السمك المحلي عام ١٩٧٥ ثم حوالي ٣٣٪ عام ١٩٨٥ لمواجهة احتياجات الكثافة السكانية المتزايدة.

ويوجد عام لا يوجد حصر شامل دقيق للمحصول السمكي لاعتماده على بيانات الصيد التي في معظم الأحيان تعتمد على التخمين والتقدير التقريبي، فيما عدا إحصائيات بحيرة المنزلة ومصايد السويس (لحد ما)، وعادة تقلت من الرقابة الحكومية كميات كبيرة من المحصول.

وتبلغ جملة المصايد المائية المصرية ١٣.٤ مليون فدان (منها ٦.٨ مليون فدان في البحر المتوسط، ٤.٤ مليون فدان في البحر الأحمر، ٢.٢ مليون فدان عبارة عن البحيرات الشمالية وبحيرة السد العالي ونهر النيل وفروعه). ويمتدنا البحران الأحمر والمتوسط بخمسين ألف طن سمك سنوياً (٢٠٪ من الإنتاج الكلي) بينما المياه الداخلية (٢.٢ مليون فدان) فتتمدنا بمقدار ٨٠٪ من الإنتاج الكلي (البحيرات وحدها نحصل منها على ٦٠٪ من إجمالي الصيد) فيصل إجمالي إنتاجنا من الأسماك حوالي ٣٦٠ ألف طن سنوياً (إحصاء ١٩٩٢)، أى أن نصيب الفرد في السنة ارتفع إلى حوالي ٦ كجم سمك (بينما في اليابان ٥٠ كجم وفي سلطنة عمان ٣٥ كجم وفي أوروبا ٢٠ كجم للفرد في السنة). ورغم ذلك مازال متوسط نصيب الفرد في مصر من البروتين الحيواني اليومي دون المتوسط الموصى به عالمياً (٣٠ جم)، إذ يتحصل فقط على ١٢.٩ جم / يوم (٦.٦ بروتين لحوم + ٤.٠ جم بروتين لبن ومنتجاته + ٠.٧ جم بروتين بيض + ١.٦ جم بروتين سمك وأغذية بحرية) طبقاً لتقرير منظمة الأغذية والزراعة FAO عام ١٩٩١

أسباب تدهور الموقف الإنتاجي السمكي :

كما أتضح من الموقف الإنتاجي السمكي فنصيب الفرد في مصر في المتوسط يتراوح ما بين ٥ و ٦

كجم) لاختلاف مصادر بيانات الإحصاء وطرقه (وهو على أى حال منخفض جدا دون متوسط استهلاك الفرد العالمى ودون متوسط استهلاك الفرد فى كثير من الدول العربية. ويرجع ذلك لضعف المحصول السمكى بالنسبة لتعداد السكان المتزايد باضطراد. ويرجع انخفاض المحصول السمكى لعدد من السياسات الحكومية والفردية ونوجز هذه الأسباب فما يلى :

أولاً : عدم توازن أسطول الصيد الألى وعدم توافر أدوات الصيد بالقطاع العام مما يجعل تجارتها حكرا على بعض أفراد القطاع الخاص، وغير مسموح للجمعيات التعاونية بشرائها من القطاع الخاص. وإن زاد حجم الأسطول فى السنوات الأخيرة بدون تخطيط ، إذ زادت عدد مراكب الصيد رغم شبه نضوب الثروة السمكية البحرية للصيد الشاطئ الجائر، فلم تجد هذه المراكب ما تصيده فيتجه البحارة بمراكبهم إلى المياه الإقليمية لدول مجاورة لا توجد بيننا وبينهم اتفاقيات صيد مما يضطر هذه الدول إلى القبض على هؤلاء الصيادين المصريين بمراكبهم . وقدرة مراكب الصيد المستخدمة حديثا ٢٠٠ - ٣٠٠ حصان وهى أقوى من المستخدمة سابقا (٢٠ - ٣٠ حصانا) وبالتالي لا تناسب مصدر الأسماك والمخزون السمكى المصرى وهذا ما يجعل المراكب تهرب لمواقع أغنى من الشواطئ المصرية . كما تصيد هذه المراكب الأسماك من مناطق هجرتها نتيجة التغيرات الجوية، مما يؤثر على المخزون السمكى ويفقره . وقد بلغ عدد مراكب الصيد فى مصر حوالى ٣٨٠٠ مركب معظمها مملوك لأفراد ليسوا بصيادين أساسا، وتعتبر هذه المراكب مالة على أصحابها لاحتراق (نضوب) شواطئنا . ويعمل على هذه المراكب حوالى مليون صياد. وحتى لا يظل الصيادون عالة على أصحاب المراكب اضطر البعض إلى بيع بعض هذه المراكب إلى دول شقيقة سواحلها مازالت بكرا كالسعودية وليبيا وغيرها ويعمل عليها صيادوها فى هذه الشواطئ السعيدية والليبية.

ثانياً : عدم الاستغلال الكامل لسواحلنا البحرية وقصر عمليات الصيد على المياه الإقليمية والقريبة من الساحل، فالمستغل على البحر المتوسط فقط حوالى ٢٠٠ كم (من ٩٠٠ كم) من بورسعيد إلى الاسكندرية، وعلى البحر الأحمر أيضا عدة مواقع قليلة، وإجمالى المستغل من مساحة شواطئ البحرين المتوسط والأحمر لا يتعدى ٤ ٪ من إجمالى مساحة الرصيف القارى حتى عمق ٢٠٠ م من الساحل.

ثالثا : اتجاه الحكومة إلى تجفيف مساحات كبيرة من البحيرات الشمالية (كالمنزلة والبرلس) للتوسع الزراعى النباتى والتوسع العمرانى والحضرى للمحافظات المطلة على هذه البحيرات فتجفف شواطئها وحتى فى عرضها تقام الطرق (كطريق دمياط - بورسعيد وبمياط - الإسماعيلية على بحيرة المنزلة) مما يقلص المساحة المائية ويقضى على كثير من الأسماك لتغيير خواص المياه لما يحنه العمران (طوب - ردم - أسمنت - حديد - وغيرها) والمنشآت القائمة فى البحيرات. وحتى على البحار حيث أقيمت القرى السياحية العشوائية واستغلت مساحات من الماء وردمتها لتوسيع نفوذها وحدودها فى عمق المياه، فى غيبة من الضمير، وفى ظل ضياع المسئولية وتخبط الإدارات والسياسات وكذلك مراعاة لمصالح ذوى النفوذ من أصحاب هذه المشاريع الاستشارية . وللأسف فالمجالس القومية المتخصصة أوصت فى دراستها بتجفيف

مساحات كبيرة جدا من البحيرات الشمالية، وثبت عدم جدوى التجفيف فلا الجزء المجفف تم استزراع نباتياً (وحتى ما استزرع نباتياً من الجزء المجفف كان عائده المادى أقل كثيراً (١٤٪) عن العائد المادى من زراعة السمك (١٩ - ٥٠٪) كمائد على رأس المال) ولا الصيادون تم تحويلهم إلى فلاحين يزرعون النباتات، كما أن التجفيف ينجم عنه ظواهر طبيعية تضر بالدلتا، إذا أن تواجد البحيرات يعمل على التوازن بينها.

وأياً : ما قيا المزارع السمكية المقامة فى البحيرات (كالمزلة والبرلس) نتيجة الترسيبات عند البواغيز مما أدى لإغلاقها وارتفاع عنوبة الماء لعدم دخول المياه المالحة من البحار مما يؤدي إلى زيادة انتشار البوص الذى يغطى معظم البحيرة، ويسهل لنوى السطوة والنفوذ والمصالح المشتركة من إقامة مزارع داخل غابات البوص والجزر الناتجة، ويمنعون الصيادين الآخرين من الصيد حول مستعمراتهم والتي قد ينشرون الجوابى حولها لصيد السمك وتجميعه ، كما يقومون بصيد الزريعة وإعادة بيعها للمزارع السمكية بأسعار فلكية وبهذا يقضون على الثروة السمكية بالبحيرات، كما يقومون بصيد الجمبرى والحشاش بطرق غير شرعية تؤدي إلى استنزاف الثروة السمكية كاملة ،هذا علاوة على الحوش (على شواطئ البحيرات) والعلاوى والتي تستغل كمزارع شخصية فى البحيرات مستنزفة للثروة السمكية كملكية عامة للشعب.

خامساً : كثرة وتعدد جهات الإشراف على الصيد ، كوزارات الحكم المحلى والتموين والزراعة والرعى والتعمير والحربية والداخلية ، إذا أن كل وزارة لها دور فى الإشراف وتنظيم أو إعاقه نشاط الصيد . وقد أدى هذا التعدد فى الإشراف إلى تضارب الاختصاصات ، انعكست فى شكل انخفاض فى إنتاج الأسماك كما حدث مثلاً فى بحيرة قارون التى انخفض إنتاجها إلى الثمن (١/٨) ونفس الشيء حدث فى بحيرة السد العالى (ثانى أكبر بحيرة عذبة فى العالم) إذا انخفض إنتاجها السنوى من ١٠٠ ألف طن إلى ١٥ ألف طن بعد أن أصابها الإهمال وتعقيدات الروتين ومشاكل الصيادين.

سادساً : إقامة السدود والقناطر مما أعاق حركة الأسماك المتجهة إلى أعالي البحار وخاصة الأسماك المهاجرة والصغيرة، وأفسد ذلك أيضاً من بيئة السمك (تغيير درجة الملوحة وزيادة العكارة ووجود رواسب وتغيير سرعة المياه) فيقلل بالتالى من حيز معيشة السمك وحيز الصيد وقدرة الصيد، وانخفاض بالتالى المحصول السمكى لتغييرات المياه المؤثرة على كائناتها الحية المختلفة (غذاء الأسماك) . فقد أدى إقامة السد العالى إلى خفض معنى فى الثروة السمكية عند المصب (وإن كان ما يصاد من بحيرة السد قد يعوض الفقد الحادث فى الصيد من مصب النهر) . كما أدى انحسار ماء الفيضان عن وصوله لماء البحر المتوسط إلى فقر المادة العضوية والمعدنية (التى كان يحملها ماء الفيضان) فى البحر مما قضى على محصول السردين الذى كان يقدر بحوالى ١٨ ألف طن سنوياً.

سابعاً : التلوث المائى متعدد المصادر ونشأ عن الأنشطة المختلفة للإنسان ، مما يفسد موطن الأحياء المائية، ويقضى على الكائنات التى تتغذى عليها الأسماك، كما تقضى على الأسماك ذاتها، فالتلوث الزراعى (مياه الصرف بما تحمله من مبيدات وأسمدة) وصناعى (حرارى وكيمائى وإشعاعى) وحضرى

(مجارى بما تحمله من مخلفات الإنسان وما تحمله من مسببات أمراض ومواد عضوية ومعدينية ومخلفات وغيرها) وكلها تؤذى الكائنات المائية الأولية (المنتجة) والمستهلكة (الأسماك).

ثامناً : الأساليب الخاطئة فى الصيد من حيث عدم مطابقة الشباك للشروط القانونية ، من حيث مساحة فتحاتها بما يقضى على الثروة السمكية لصيد صغار السمك دون الحصول منه على دورات تناسل. كذلك طرق الصيد الخاطئ للجمبرى ولثعبان السمك بفرد شبك عرضية (أو استخدام جرافات) تصيد كل السمك حتى الصغير منه بما يستنزف المخزون السمكى وأيضا استخدام السموم والمفرقعات والكهرباء فى الصيد لكل أسماك الجسم المائى.

تاسعاً : عدم وجود موانئ صيد مجهزة، وعدم وفرة مستلزمات الإنتاج ووسائل الحفظ والتداول السليم.

عاشرأ : عدم وجود مسح شامل عن مصادر الأسماك وأماكن تجميعه سواء فى المصايد التقليدية أو المصايد الأخرى التى يجب أن تمتد إليها ونستكشفها لتمام استغلال ثروتنا السمكية البحرية وحتى فى الماء المفتوح (بعيدا عن المياه الاقليمية) فى أعماق البحار.

وسائل النهوض بالثروة السمكية :

مما سبق يتضح أن أسباب تدهور ثروتنا السمكية هى أسباب إدارية وتشريعية وأمنية ومالية وبيئية واجتماعية متشعبة ومتداخلة، والقضاء عليها ضرورة للنهوض بالمحصول السمكى لتغطية احتياجاتنا الغذائية التى تبلغ فى عام ٢٠٠٠ حوالى ٧٠٠ ألف طن سنويا على فرض بلوغ متوسط الاستهلاك الفردى السنوى ١٠ كجم لمواجهة ارتفاع مستوى المعيشة والوعى الغذائى وزيادة التعداد . ومن وسائل النهوض بالثروة السمكية ما يلى :

أولاً : الإحصاء السمكى لابد من قيامه على أسس علمية دقيقة حتى لا تتضارب الأرقام ويفقد الثقة فيه، فلابد من مسح مصايدنا العالية والبحث عن مصايد جديد لاستغلال كل شواطئنا شمالا وشرقا وكذا فى أعماق البحار باستخدام الطرق الحديثة سواء بالاستعانة بالأقمار الصناعية أو على الأقل بطائرات هليكوبتر وأجهزة قياس البعد بصدى الصوت Echosounder وضرورة عمل مسح غذائى لظروف مياه كل جسم مائى بما يسوده من عوامل حيوية وغير حيوية (قاعدة غذائية) . وكذلك تنظيم موانئ للصيد مزودة بأخصائين تقدير المحصول السمكى الفعلى، وكذا التنبؤ بمجهود صيدنا المستقبلى وذلك تحت ظل جهاز متخصص للإحصاء السمكى فى الأجسام المائية المختلفة.

ثانياً : على ضوء الإحصاءات لمخزوننا السمكى يتم تحديد عدد وقوة مراكب الصيد اللازمة للخدمة فى اسطول الصيد الآلى مع تزويدها بثلاجات ووسائل صيد كفاء حديثة مناسبة لنوع السمك . مع توفير الخدمات اللازمة لتجديد وصيانة وصنع مراكب الصيد وتجهيزاتها المختلفة.

ثالثاً : تطوير التشريعات الخاصة بالصيد والمصايد ومراعاة تطبيق واحترام هذه التشريعات سواء الخاصة بسعة فتحات الشباك أو طرق الصيد ونوع الشباك لكل نوع سمكى أو قوة موتور مراكب الصيد أو مواعيد الصيد وفترات الراحة للمصايد (لترك الأسماك تتكاثر) وحجم الأسماك (طبقاً لسعة فتحات الشباك) ونقل الأسماك بين المحافظات وطرق النقل والعرض ومواصفات جودة السمك وصلاحيته للاستهلاك الأدمى. وذلك عن طريق صرامة العقوبات على المخالفين وتدعيم شرطة المسطحات بالآفراد (المتخصصين نوى الوعى والمستوىة) واللششات والأسلحة، وكذلك بمعاونة مفتشى الصحة والجهات المسئولية ، وعدم تدخل نفوذ نوى السلطة لتحطيم القانون بالاستثنائات والتجاوزات والتصرجات الخاصة للمسئولين لبعض نوى الخطوة.

رابعاً : إعداد الكوادر الفنية والإرشادية بداية من إعداد الصياد أو البحار وتدريبه على استخدام الطرق الحديثة للصيد وحفظ السمك وتداوله، وإدارة وصيانة وسائل الصيد الحديثة، وتدريب عمال ورش المراكب على صيانة وتجهيز المراكب الحديثة وإعداد البيطريين المتخصصين فى أمراض الأسماك، وإعداد مفتش الشرطة (شرطة المسطحات المائية) بحيث يطبق القوانين ويراعى عدم مخالفتها من أى من العاملين فى هذا المجال ولا يكون كل همه أمنياً فقط (أمناً سياسياً) بل يكون على وعى وثقافة فى هذا المجال البيولوجى ، ويكون عمله هو مراقبة تطبيق التشريعات وبضمير ولا تجاوزات أو استثنائات ، بل بالحزم كله بما سيتوفر لديه من ثقافة متخصصة وأفراد مساعدة وعتاد وإمكانات تعينه على تطبيق القوانين. وكذلك إعداد وإرشاد تجار السمك (جملة وقطاعى) بطرق الحفظ والعرض المناسبة لكل نوع ومنطقة وإمكانات، وكذلك إعداد مفتشى صحة متقنين يراعون الله فى صحة مستهلكى هذه الأسماك ويزودوا بإمكانات معملية دقيقة تعينهم على تحليل العينات لتحديد صلاحيتها للاستهلاك الأدمى.

خامساً : فتح مصايد جديدة فى المياه العميقة والبعد عن الصيد الجائر بتطبيق تشريعات وسائل الصيد، وإغلاق المصايد ومنع الصيد فى موسم تكاثر الأسماك حسب كل نوع ومدى انتشاره فى المصايد المختلفة فى البحيرات الشمالية مثلاً قد يقف الصيد شهور تكاثر البلطى (مارس - مايو) وفى المصايد البحرية يفضل وقف الصيد ٣ أشهر (يونيو - سبتمبر). ومنع تهريب الأسماك المصادة فى عرض البحر لمراكب أجنبية أو لسماصرة، وحماية أسماكنا المحلية من الأسماك الغريبة، وتشجيع انتشار إنشاء المزارع السمكية ومتابعتها إرشارياً، وتوفير مستلزمات الإنتاج منها.

سادساً : تطوير المصايد وتزويدها بمصانع للتجفيف ومصانع لتجهيز السمك وحفظه، والنهوض بصناعة تجهيز وحفظ (تجميد - تعليب - تمليح - أو تليج) السمك، وتزويد المصايد بأرصدة ومراكز صيانة لأسطول الصيد وشباك ومراكز لتصنيع أدوات الصيد. وتوفير وسائل النقل المجهزة.

سابعاً : لتطوير البحيرات يراعى الاتزان ما بين ما يدخلها من مياه الصرف وما يصلها من الماء المالح، وذلك بتطهير البواغيز من الأطماء باستمرار وإقامة حواجز أمواج عند فتحات البحيرات (اشتموم / بوزغاز / حلق) لحمايتها من الأطماء واستمرار إمداد البحيرة بالماء المالح (والزريعة وكذلك هجرة السمك

للتنازل) وذلك للمحافظة على نسبة من الملوحة تحول دون نمو النباتات وهي متطلبة لانتشار أنواع معينة تفضل الماء الشروب. ومنع تحويل الصرف عنها للمحافظة على مستوى تغذية متطلب، لكن لابد من معالجة ماء الصرف قبل صبه في البحيرات لمنع التلوث بآثاره. مع تحويل الحوض الشاطئية هي البحيرات إلى مزارع سمكية ومنع السدود (والأبعاديات) أو مناطق النفوذ في العالوى والجذر، والحد من تجفيف البحيرات في المناطق الساحلية التي تعتبر أخصب المناطق للأسماك وأنسبها للتفريخ.

ثامناً : معالجة ماء الصرف الصحي والزراعي والصناعي في منبعه، ومنع أو تقليل مصادر التلوث بالاستخدام المرشد للأسمدة والمبيدات المختلفة، منع استخدام (وتجريم استخدام) التيار الكهربائي والمبيدات والسموم والمفرقعات في الصيد، واستئصال الحشائش ومقاومتها ومقاومة القواقع في المياه الداخلية.

ثاسعاً : التوسع في إقامة المفرخات الصناعية لمزارع والأجسام المائية بالزريعة التي يمكن إنتاجها صناعياً، وإتاحة الفرصة أمام الأفراد والجمعيات الأهلية والخاصة بإنشاء مفرخات سمكية للإثراء والنهوض بالثروة السمكية، والعمل على تكاثر الأنواع المختلفة صناعياً كالبوري وغيره مما لم يطبق تفريخها الصناعي على مستوى تجاري بعد.

عاشراً : توفير الأعلاف الصناعية الملائمة للأسماك والمتوفرة في البيئة وغير المستخدمة في الثروة الحيوانية الأخرى، وكذا توفير الأسمدة العضوية والمعدنية اللازمة لتغذية المزارع السمكية.

حادي عشر : تشجيع إقامة المزارع السمكية في الأراضي غير الصالحة للزراعة وفي مجرى النيل والبحرين المتوسط والأحمر وخليج السويس (وتطوير واستغلال المزارع الطبيعية) بعد توفير الإمكانيات الفنية والإرشادية والتشريعية والمائية والبيطرية اللازمة لهذه المزارع (أحواض أو أقفاص) واستغلال حقول الأرز فترة غمرها بالماء في تحميل السمك على الأرز بعد توفير الزريعة اللازمة والغذاء ومنع استخدام المبيدات بإفراط. وإعداد مزارع سمكية إرشادية وكذلك إعداد مطبوعات إعلامية وإرشادية. مع القضاء على (مافيا) الزريعة.

ثاني عشر : رعاية الجمعيات التعاونية القائمة لصالح الصيادين لتوفير مستلزمات الإنتاج بكميات مقبولة، وتسويق الإنتاج، ورعاية الصيادين مهنيًا واجتماعيًا، وتطوير خدماتها وتعاونها مع هيئة عامة مسئولة عن الثروة السمكية وينتمى إليها كل الأجهزة المسئولة حتى لا تتضارب التخصصات ويعاق الإنتاج، إذ يجب تعاون الجهات العلمية والفنية والتنفيذية والإدارية معاً من أجل النهوض بالثروة السمكية. وقد تقوم هذه الجمعيات مع الهيئة العامة المسئولة عن الثروة السمكية بمقد اتفاقيات صيد مع الدول الشقيقة ذات الشواطئ البكر التي لم تستغل بعد فهي غزيرة الإنتاجية وقد تقوم هذه الجمعيات كذلك بإنشاء قرى نموذجية للصيادين في المصايد الحديثة وغير المأهولة. ولذلك أسست الهيئة العامة لتنمية المصادر السمكية في عام ١٩٨٢ لوضع هذه السياسات للنهوض بالثروة السمكية.

الفصل الثالث مصادر الأسماك فى مصر

أولا : المصايد البحرية للإنتاج الطبيعي :

وهى عبارة عن مصايد البحر الأبيض المتوسط من حدودنا مع ليبيا غربا إلى منطقة رفح والعريش شرقا ، مصايد البحر الأحمر بما فيها خليج السويس والساحل الممتد من جنوب خليج السويس حتى مرسى حلايب قرب خط عرض ٢٢ درجة جنوبا إضافة إلى مصايد قناة السويس . وهى مناطق منخفضة الإنتاجية وبياناتها تقريبية وموجزها كالتالى (عن وزارة الزراعة ١٩٨٣) :

منطقة الصيد	الطول كم	المساحة بالآلاف فدان	الإنتاج بالطن عام ١٩٨١	الإنتاج بالطن عام ٢٠٠٠ (المستهدف)
البحر الأبيض	٩٠٠	٦٨٤٠	١٨٥٠٠	٣٠٠٠٠
البحر الأحمر	١٢٨٠	٤٤٠٠	٢٠٥٠٠	٥٠٠٠٠

وإنتاج مصايد البحر الأبيض تشكل ١١٪ من الإنتاج السمكى الكلى بينما خليج السويس والبحر الأحمر ينتج ٨,٨١٪ من الإنتاج الكلى السنوى . ومن إحصاء ٧٠ - ١٩٨٨ يتضح أن المصايد البحرية تحتل المرتبة الثانية فى مصادر الإنتاج السمكى المصرى . وأهم المصايد البحرية على البحر المتوسط هى المنطقة الثانية من شرق الاسكندرية إلى بور سعيد بطول ٣٦٠ كم لاتساع رصيفها القارى (١٦ - ٧٢ كم) ، بينما أهم مصايد البحر الأحمر هى خليج السويس بطول ٥٢٠ كم ، والساحل الشرقى على البحر الأحمر من خط عرض ٢٥ درجة شمالا وحتى الحدود الجنوبية المصرية بطول ٦٥٥ كم . وعلى الشواطئ البحرية نقاط متعددة للمصايد تتولى عملية تسجيل تقريبي للمحصول السمكى إضافة إلى وقت وتاريخ القيام والوصول لمراكب الصيد وفئة الترخيص وعدد الصيادين وميناء التسجيل . إلا أنها فى دول أخرى تساهم بحوالى ٩٨٪ من جملة المحصول السمكى (كما فى المغرب وأسبانيا) .

ثانياً : مصايد البحيرات الشمالية للإنتاج الطبيعي :

هى بحيرات المنزلة والبرلس وإدكو ومريوط وهى من أخصب بحيرات العالم وأغناها بالغذاء الطبيعي للأسماك ، ونظرا لاعتدال الجو فإنها من أهم المزارب الطبيعية للأسماك الهامة الممتازة كالبورى والطويار والدنيس والقاروص واللوت والشعبان والجمبرى وغيرها ، إلا أن حال معظم هذه البحيرات قد تبدد وساء

ويزداد سوءاً من عام لآخر نظراً لاستمرار مخطط التجفيف لأطراف البحيرات ، والبناء على أجسام البحيرة ذاتها مما سيحولها إلى أحواض ، علاوة على تحويلها إلى بحيرات عذبة لأطباء فحات البواغيز وعدم دخول الماء المالح ولا الزريرة وعدم هجرة أسماك البحيرات إلى البواغيز للتكاثر ، إضافة إلى تغطيتها بالأحواش النباتية الكثيفة من البوص وغيره ، وتحويل شواطئها إلى أحواش وامتدادها بالملاهي والتعميدات وتخريبها بصيد الزريرة وبيعها للمزارع السمكية مما أدى إلى بوار هذه البحيرات ، هذا إلى جانب التلوث المائي بمختلف مصادره مما جعل البحيرات كمستنقعات موبوءة فمثلاً بحيرة المنزلة تقلصت مساحتها من ٧٠٠ ألف فدان إلى ١٣٠ ألف فدان والصالح منها للصيد ٣٠ ألف فدان فقط (عن رئيس جهاز تنمية البحيرة ، عميد إبراهيم الزمر ، يوليو ١٩٩٣) .

فإجمالي مساحة هذه البحيرات الشمالية الأريمة قرابة ٢٥٥ ألف فدان ، أنتجت عام ١٩٨١ حوالي ٧٦ ألف طن سمك ، لكن المستهدف منها عام ٢٠٠٠ الحصول على ١١٠ ألف طن سمك (رغم استمرار سياسة التجفيف !) وطبعاً لن يتحقق هذا المستهدف إلا بوقف سياسة التجفيف لبحيرتي المنزلة والبرلس ، والتطهير الدوري للبواغيز ، ومعالجة ماء الصرف ، ومنع الصيد المخالف ، وتحويل الحوش إلى مزارب شاطئية ، ومربوط بحيرة مقفلة مألحة ، بينما البحيرات الثلاثة الأخرى مفتوحة ومياهها شروب (خليط من الماء العذب والماء المالح) . وإجمالي إنتاجها من الإنتاج السمكي الكلي ٤٧,٤ ٪ (أهمها بحيرة المنزلة ، إذ تساهم بحوالي ٣٠,٨ ٪ من إجمالي إنتاج السمك أو ٦٥ ٪ من إنتاج البحيرات الأريمة) . ومن يتتبع تطور هذه البحيرات يجدها قد تقلصت مساحتها من ٦٢٦ ألف فدان إلى ٥٧٨ ألف ثم ٤٤٧ ألف وأخيراً بلغت ٢٥٥ ألف فدان . وهذه البحيرات خطرة جداً (٤٠ - ١٥٠ سم) ، وأسماكها من البحر المتوسط والمصارف، فأسمماكها البحرية كالطوبار والدنيس ، أما أسماك الماء العذب بها (في الأجزاء الجنوبية منها) فهي البلطي الأخضر والبلطي النيلي (سلطاني أو عبيدي) وقشر البياض والبياض والبني وكنب البحر والقرموط .

ولسياسة التجفيف مقترح أن تصل عام ٢٠٠٠ مساحة بحيرة المنزلة إلى حوالي ١١٥ ألف فدان (بعد أن كانت ٤٩٠ ألف فدان في نهاية القرن ١٨ ثم ٣١٥ ألف فدان حتى عام ١٩٥٣ ثم بلغت عام ١٩٨٥ حوالي ١٧٩ ألف فدان) ، وبحيرة البرلس ستقلص مساحتها من ١٣٧ ألف فدان إلى حوالي ٥٥ ألف فدان فقط عام ٢٠٠٠ ، وبحيرة إدكو مقترح لها أيضاً بعد التجفيف أن تتخفف مساحتها من ٣٥ ألف فدان إلى ١٨ ألف فدان تترك للصيد عام ٢٠٠٠ ، وبحيرة مريوط كانت مساحتها ٣٣ ألف فدان استصلح منها حوالي ٢٠ ألف فدان ومقترح استصلاح ٥ آلاف فدان أخرى ويترك الباقي (٨ آلاف فدان) عام ٢٠٠٠ للصيد ، فقد اقترح تجفيف واستصلاح ٦٨٦ ألف فدان من هذه البحيرات ، علاوة على الاتجاه السياسي لجعل مياه بحيرتي المنزلة والبرلس عذبة . وقد أوصت دراسة المجالس القومية المتخصصة بوجوب « أن يراعى إعطاء الأولوية في عمليات استصلاح الأراضي لمشروعات تجفيف البحيرات باعتبارها من أرخص السبل وأسهلها . وتحويل المتبقى من هذه البحيرات بعد تجفيفها بحيرات عذبة صالحة للشرب » !!

ويطبيعة الحال أنت هذه السياسات إلى خفض إنتاجية هذه البحيرات مما يدعو إلى الاستزراع السمكى المكثف (والمكلف) .

ثالثا : المنخفضات الساحلية للإنتاج الطبيعي :

عبارة عن حوالى ١٨٢ ألف فدان موزعة على بحيرات البردويل وملحة بور فؤاد ولجون مطروح ، وكلها بحيرات مالحة يتراوح عمقها ما بين ٧٠ - ١٢٠ سم ، وتتصل البردويل بالبحر المتوسط ويتصل منخفض بور فؤاد بالبحر وبقناة السويس ويسود بهما أسماك الماء المالح كالدينيس . وللأعمال الصناعية على منخفض بور فؤاد فتقلصت مساحته من ٢٥ ألف فدان إلى ٥٠٠ فدان فقط أى أن إجمالى مساحة هذه المنخفضات الثلاثة الآن بلغ ١٥٤ ألف فدان وإنتاجيتها لا تتعدى ٥٠ كجم / فدان ، ويبلغ إنتاجها فى حدود ١ ٪ من إجمالى الإنتاج العام . إلا أن ٩٠ ٪ من إنتاج البردويل (دينيس وقاروص) يتم تصديره مباشرة .

[ومنخفض القطارة منتظر أن تكون مساحته حوالى مليون فدان بإنتاجية ١٠ آلاف طن سنويا] .

رابعا : البحيرات الداخلية الصناعية :

وتشمل بحيرات قارون والريان والسد العالى بمساحات ٥٢ ألف فدان ، ٢٥ ألف فدان ، ١٠ مليون فدان على الترتيب ، تساهم فى الإنتاج الكلى للأسماك بنسب ٧٢ ، ٤٨ ، ٠ ، ٢٢ ، ١١ ٪ على الترتيب (بإجمالى ١٢ ، ٤ ٪) . ومياه قارون عمقها ١٦ م ، وتحولت من الظروف العذبة إلى شديدة الملوحة وهى تستقبل ماء الصرف فقط ولاحتوى من أسماك الماء العذب سوى البلطى الأخضر الذى يتحمل الملوحة ، وقد استزرع بها أخيرا البورى وموسى من البحر المتوسط وقارون تقع شمال الفيوم وملوحة مياهها ٣٥ فى الألف وإنتاجيتها حوالى ١٤ ، ٥ كجم / فدان (عام ١٩٨٥) ، وتنتج البحيرة البلطى والبساريا والجمبرى والبورى والحنشان وموسى والكابوريا والقاروص والدينيس ، ويعتمد إنتاجها على إمدادها بزرعة أسماك العائلة البورية والدينيس من البحر المتوسط .

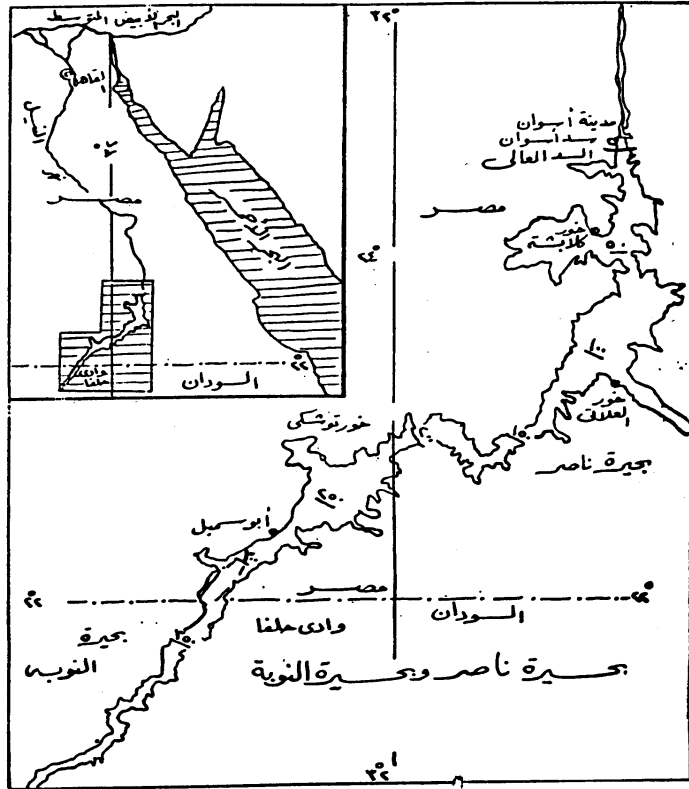
أما وادى الريان فهو بحيرة صناعية كذلك مثل قارون ، وإنتاجها أساسا حديث العهد ويعتمد على تربية العائلة البورية بنقل زريعتها إلى البحيرة ، مع زريعة الدينيس والجمبرى كذلك .

وبحيرة السد العالى (تاسرسابقا) تمتد بطول ٥٠٠ كم (منها ٣٥٠ كم فى الأراضى المصرية ، ١٥٠ كم فى الأراضى السودانية (بحيرة النوبة))متوسط عرضها ١٠ كم (٩ - ١٨ كم) وعمقها المتوسط ٢٠ - ٢٥ م وأقصى عمق ١١٠ - ١٣٠ م ، وهى أكبر من مجموع البحيرات الطبيعية فى مصر . ويهدف الاستغلال الأمثل لهذه البحيرة تم إنشاء مركز البحوث السمكية لبحيرة السد العالى نتيجة الصداقة المصرية اليابانية كمنحة من الحكومة اليابانية وقد تم تشغيله عام ١٩٨٢ . والمركز بجانب معاملته ومعداته البحثية يحتوى كذلك على أحواض تجريبية وسفينة أبحاث . ويهدف المركز إلى المحافظة على الثروة السمكية بالبحيرة بتحديد كميات الأسماك المصرح بصيدها سنويا ، وتحديد أنسب مواعيد لوقف نشاط الصيد خلال

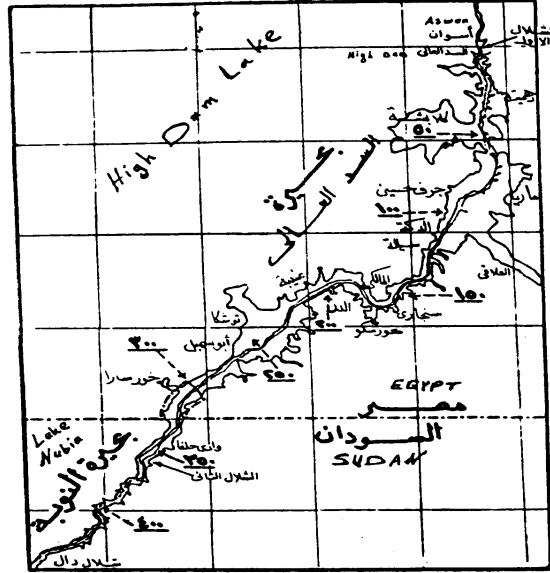
فترة محددة للتكاثر ، إنشاء المزارع السمكية بالخيران ، إمداد البحيرة بزرعة الأسماك الملائمة لزيادة قدرتها الإنتاجية دون المساس بالمخزون الأساسي ، تطوير طرق ومعدات الصيد وحفظ ونقل وتصنيع الأسماك ، تدريب العاملين في مجال الثروة السمكية بالبحيرة .

ومناطق الصيد بالبحيرة إما شاطئية (٢٠ ٪ من مسطح البحيرة وتبلغ مساحتها حوالي ٠.٢٥ مليون فدان) أو بالمياه العميقة (٨٠ ٪ من باقى مسطح البحيرة وتبلغ مساحته حوالي مليون فدان) . وأهم أسماك المصايد الشاطئية هي البلطي (تمتد البحيرة بالزريعة باستمرار وتجمع في وزن التسويق بعد سنوات قليلة) . أما مناطق الصيد بالماء العميق فرغم غناها بالكائنات الحية الميكروسكوبية نباتية وحيوانية ، إلا أنها قليلة الأسماك خاصة الأسماك التي تتغذى على البلانكتون ، لذا يطلق عليها من الناحية الإنتاجية بأنها منطقة صحراوية . لذا يستلزم الأمر إدخال أصناف ملائمة لهذه المنطقة ومن بينها رنجة المياه العذبة (سردين البحيرات) ، اللبیس ، المبروك الفضي ، المبروك كبير الرأس . لذا تم تجريب أقلية زريعة رنجة المياه العذبة (من بحيرة تنجانيقا) ، كما يستزرع المبروك الفضي في أقفاص ٦ × ٦ × ٦ م ، ويعاد تخزين البنى في الماء العميق للبحيرة بعد تفريخه نصف صناعي بمعرفة موسم تكاثره وجمع البيض بعد وضعه لتلقيحه وتحضينه في أحواض ثم إعادته إلى البحيرة كأصبيغيات . وبهذه الأساليب (إدخال أصناف جديدة ، المزارع بالشواطئ) يزداد الإنتاج السمكي من ٢٠ ألف طن إلى ٨٠ ألف طن سنوياً . هذا ويتم دراسة بيولوجية كيميائية طبيعية مستمرة من خلال محطات ثابتة تمتد في البحيرة من السد العالي إلى أبى سنبل بهدف تقدير الطاقة الإنتاجية للبحيرة .

وبحيرة السد العالي كثاني أكبر البحيرات الصناعية في العالم من حيث المساحة تقع جنوب أسوان وتضم البحيرة عدده ٨ خور في الضفتين الشرقية والغربية ، ومساحتها حسب منسوب المياه (١٦٠ - ١٨٢ م) تبلغ ٢٩٥٠ - ٦٥٤٠ كم^٢ . لهذا كان لابد من إدارتها بواسطة هيئة مستقلة ، فصدر قرار رئيس الجمهورية رقم ٣٣٦ لسنة ١٩٧٤ بإنشاء مؤسسة عامة تسمى " جهاز تنمية بحيرة ناصر " مقرها مدينة أسوان ، وتتبع وزير التعمير وتختص بتنمية وإستغلال موارد الثروة البشرية والطبيعية بالبحيرة وشواطئها والأراضي المحيطة بها . ثم صدر قرار رئيس الجمهورية رقم ٩٦٦ لسنة ١٩٧٤ بنقل تبعية الجهاز إلى وزير الدولة لشئون السودان ، ثم قرار رئيس الجمهورية رقم ٥٣٣ لسنة ١٩٧٧ بنقل تبعية الجهاز إلى وزارة التعمير ، وأخيراً قرار رقم ٤٢٠ لسنة ١٩٧٨ بإنشاء " الهيئة العامة لتنمية بحيرة السد العالي " وتتبع وزارة التعمير وتحولت الهيئة إلى هيئة خدمية إشرافية بالقرار رقم ٩٢ لسنة ١٩٨٣ دون المساس باختصاصاتها ومسؤولياتها . وامتدت برامجها التنموية ليست فقط في مجال الثروة السمكية بل كذلك في المجال الزراعي النباتي والحيواني والثروة المعدنية ومشروعات خدمية للتنمية كالتربية والمواسلات ، أي

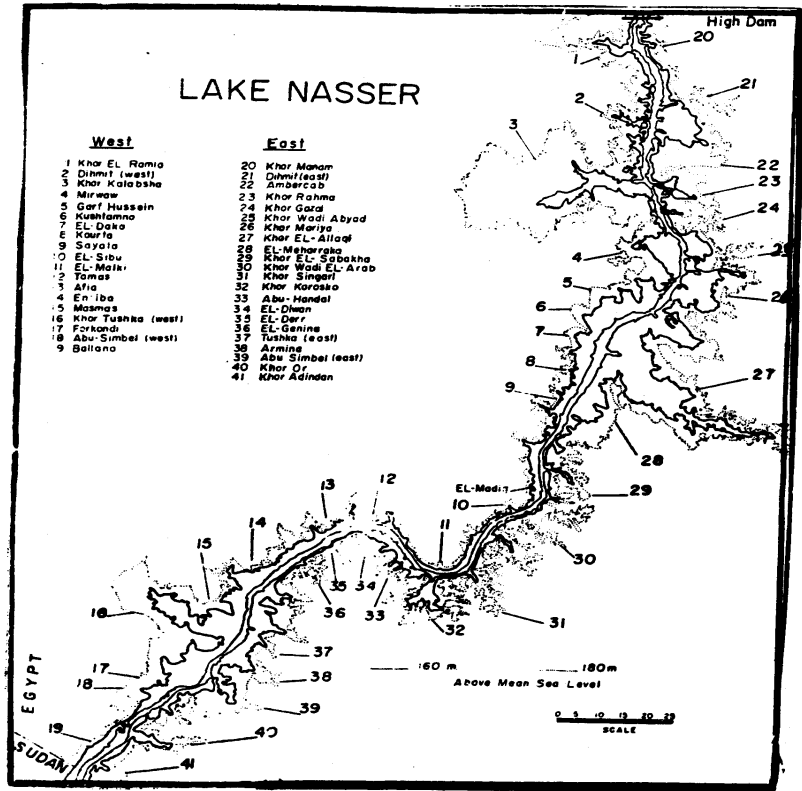


مواقع وأطوال بحيرة ناصر (السد العالي) بجزائرها المصرية والسودانية (بحيرة النوبة)



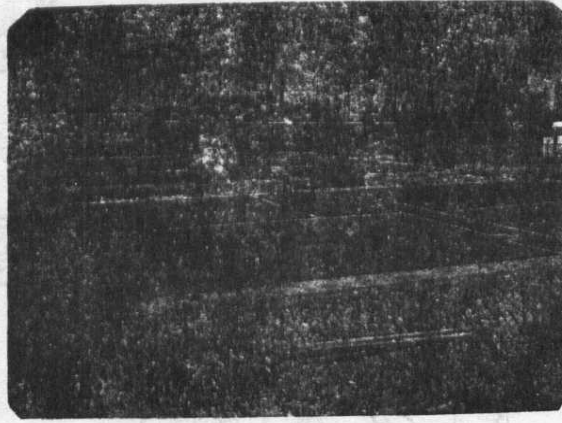
أطوال بحيرة السد العالي (وبحيرة النوبة) وموقع الخياران المختطفة

أن مشاريعها تنمية شاملة ، ولذلك أنشأت العديد من الشركات الاستثمارية وتعاونت مع الهيئات المختلفة والأجنبية . وقامت وزارة التعمير من خلال اتفاق تعاون فني مع اليابان (وكالة التعاون الدولي اليابانية - جايسكا) بإجراء دراسة مشتركة لوضع خطة تنمية إقليمية متكاملة لمنطقة بحيرة السد العالي تضمنها التقرير النهائي للدراسة الذي صدر في فبراير ١٩٨٠ . وهذه الدراسة عبارة عن تخطيط علمي متكامل يوضح الإمكانيات والموارد وخطة استغلالها على الوجه الأمثل حتى تصبح المنطقة من مناطق الجذب السكاني من خلال تنمية متوازنة في مجالات الزراعة ومصايد الأسماك والتعدين والتصنيع والتشييد والنقل والسياحة .



أهم مواقع الصيد والخيول لبحيرة السد العالي (ناصر)

ومن أنشطة وإنجازات الهيئة في مجال الثروة السمكية بلوغ أقصى إنتاج عام ١٩٨١ (٣٤ ألف طن سمك) باستغلال ٩٠ وحدة صيد تشكل أسطول الصيد في البحيرة ، إنشاء وتشغيل مركز بحوث الأسماك ، إنشاء ميناء صيد بالضفة الغربية مكونا من رصيف ثابت بطول ٥٠٠ م وعرض ٢٠ م ورصيف عائِم مكونا من ثمان بنتونات وبنّوتى دخول وخروج بطول ٢٠٠ م وعرض ٧,٢ م ، إنشاء مصنع تلج ثابت قرب ميناء السد العالى بقدرة ٢٠٠٠ بلاطة / يوم (٥٠ طن تلج / يوم) ، إنشاء مصنع تلج عائِم بطاقة ٤٠٠٠ بلاطة / يوم ، إنشاء ٧٤ ملهى للصيادين لتحسين أحوالهم المعيشية والصحية (٢ لنش طبي للكشف عليهم وعلاجهم بالمجان خاصة ضد البلهارسيا) ، إنشاء جمعية تعاونية استهلاكية وورشة لإصلاح وصيانة الموتورات البحرية ، إنشاء المفرخات السمكية .



أحواض أرضية تابعة لمركز البحوث السمكية لبحيرة السد العالى

كما قامت الهيئة بتصنيف التربة لمساحة ٢٨٠ ألف فدان حول البحيرة ، حفر الآبار لتوفير ماء الشرب في كلابشة ووادي الأمل وبهميت وقسطل وأندنان ، إقامة مزارع نباتية تجريبية كمراكز للتعمير في كركر وكلاتشة وجرف حسين والسلام والشهداء وأبى سمبل وقسطل وأندنان والعلاقي ، وهذا أدى إلى عودة بعض النوبيين إلى أراضيهم القديمة وجذب المستثمرين لاستصلاح وإنخال زراعات جديدة (فراولة ، بطاطس ، نباتات طبية ، مراعى) وتربية الجمال والأغنام والماعز والأرانب . علاوة على نشاط الهيئة في الرصف والنقل النهري وفي المجال الجيولوجي والتعدين لوجود الرخام (٤٠٠ مليون م^٣) والجرانيت (٧٠٠ مليون م^٣) والكوارتز والأسبستوس والكاولين والطفلة في المنطقة . إضافة إلى إنشاء ٧ قرى حول البحيرة في الرملة وكلاتشة والشهداء والسلام وقسطل وأندنان وكركر ، إنشاء ١٧٤ وحدة سكنية إدارية ،

شركة مصر - أسوان للسياحة والقرية السياحية (توت آمون) . كما أقامت الهيئة مشروع الغذاء العالمى بداية من يناير ١٩٨٩ ولدة خمس سنوات لتقديم مواد غذائية بمبلغ ١١ مليون دولار للمستوطنين الجدد فى منطقة البحيرة والمتقنين بمشروعاتها الاستزراعية والاستصلاحية فى الأراضى التى انحسرت عنها مياه البحيرة (فوق منسوب ١٨٢ م) مع تقديم منح مالية لبناء المساكن ، وقروض بدون فوائد لنفس السبب ، وقروض مشابهة لشراء الآلات الزراعية .

ويشكل البلطى حوالى ٩٩٪ من السمك الطازج (بلطى نيلى وجليلى) والباقى عبارة عن قشر بياض ولبيس وقراميط ، وأقصى إنتاج للسمك الطازج يتم الحصول عليه من مارس إلى مايو (٤٠ ٪ من إجمالى المحصول السنوى) . وإنتاج السمك المملح (كلب السمك) ثابت خلال الفترة من أبريل إلى أكتوبر ثم ينخفض فى الفترة الباقية من العام . والبحيرة بها أكثر من خمسين نوع من الأسماك إلا أن القليل منها مايشكل أهمية اقتصادية ، فخلال البلطى والكلب أمارا ، لبيس ، بنى ، قرموط ، شلبة ، بياض ، شال ، رعاش ، فهقة . وهى أسماك إما أكلة هوائى نباتية وحيوانية وبعضها أكل لحوم أو كائنات ذلك لفنى البحيرة بالقاعدة الغذائية من هوائى نباتية مثل (Bacillariophyceae , Cyanophyceae , Dinophyceae , Chlorophyceae & Euglenophyceae) وهوائى حيوانية مثل (Copepoda , Cladocera , Rotifera & Protozoa) وكائنات القاع من ديدان ويرقات هاموش ورخويات ورمشات وبق الماء ونبابة مايو .

لكن للصيد الجائر خاصة فى موسم تكاثر الأسماك أدى ذلك إلى انخفاض أحجام الأسماك المصادة مما سيؤثر على مستقبل البحيرة الإنتاجى والتصنيعى (سيقل إنتاج شرائح السمك المستخرجة من الأسماك الكبيرة وسيقل إنتاج مسحوق السمك كإنتاج جانبى لصناعة شرائح السمك) . فقد انخفض الإنتاج من ٣٤ ألف طن عام ١٩٨١ إلى ٢٣,٣ ألف طن سمك عام ١٩٨٥ . كما أدى انحسار الماء عن مساحات كبيرة من شواطئ وأخوار البحيرة إلى هروب الأسماك وتقلص إنتاجيتها لمواسم جفاف المطر فى الجنوب . ومن أسباب قلة إنتاج البحيرة كذلك تهريب أسماك المنطقة الجنوبية إلى المحافظات دون تسجيلها ، تعدد الجهات العاملة فى الصيد فى البحيرة (الهيئة وجميعات الصيد التعاونية وشركة مصر أسوان الاستثمارية) بحكم قرارات إدارية مما أدى إلى توقف الصيد أحيانا وهجرة الصيادين وعوئتهم إلى محافظاتهم فانخفض عدد الصيادين وعدد المراكب العاملة ، احتكار بعض ملاك المراكب والشباك للصيادين وانخفاض سعر كيلو السمك ، فرض الإتاوات على الصيادين وارتفاع مستوى المعيشة ، معاناة الصيادين من البلهارسيا والانتكيسوما والملاريا والأنيميا ونقص الفيتامينات وأعراض سوء التغذية ، عدم مطابقة بعض شباك الصيد العاملة للقوانين طبقا لأوامر سياسية . مما سبق يتضح أن مصايد البحيرات المصرية تحتل المصدرة فى درجة أهميتها لإنتاجيتها .

خامساً : النيل وفروعه للإنتاج الطبيعي (والاستزراع) :

وتبلغ مساحته حوالي ١٧٨ ألف فدان ، بلغ إنتاجها التقديري عام ١٩٨١ حوالي ٢٠ ألف طن ، لكن المستهدف منه لعام ٢٠٠٠ هو ٥٠ ألف طن عن طريق نظم التربية في الأقفاص للأسماك سريعة النمو ، إلا أن التنسيق غير موجود بين وزارتي الزراعة والرى مما يجعل مشاريع الأقفاص السمكية في النيل وفروعه مشاريع متعثرة للإتاوات التي تفرسها وزارة الرى على هذه المزارع السمكية مما يمنع انتشارها ويوقف إنتاج الموجود منها مما دعى أصحاب كثير من هذه الأقفاص إلى رفعها من النيل . وعموما فإن نهر النيل بإنتاجه السمكى يغطى حوالي ١١٪ من جملة الإنتاج الكلى للأسماك فى مصر، والنيل يحتل المرتبة الأخيرة فى الأهمية الإنتاجية بعد البحيرات والبحار والاستزراع .

سادساً : الاستزراع السمكى :

يشكل فى أهميته المرتبة الثالثة من حيث الإنتاج بعد البحيرات والبحار ، تبلغ مساحة المزارع السمكية حوالي ٧٠٠ ألف فدان ، ومعظمها مزارع أهلية عذبة أو شاطئية ، والمستهدف منها عام ٢٠٠٠ حوالي ١٠٠ ألف طن سمك . وقد انتشرت زراعة السمك فى الأرض منذ عام ١٩٨٢ وأخذت فى التوسع والانتشار بإنتاجية حوالي ١٠٠ كجم / فدان من المبروك والبلطى وبذلك يمكن تحقيق إنتاجية حوالي ١٠٠ ألف طن سنوياً من مزارع الأرض . هذا علاوة على انتشار زراعة السمك فى أحواض بساتينه بداية من عام ١٩٨٩ فى شكل محاولات فردية امتدت لتنتشر فى مطروح وبسيوه لوجود عيون مياه عذبة . والأسماك المستزرعة فى الماء العذب البلطى بأنواعه والعائلة البووية والقرايط ، وفى الماء المالح أيضاً البلطى والبورى والدنيس .

ومما سبق يتضح أن جملة المساحات الصالحة للصيد فى مصر يزيد عن ضعف المساحة الزراعية النباتية فقد بلغت حوالي ١٢,٩٣ مليون فدان بيانها كالتالى :

المصايد	مساحتها بالآلاف فدان	* إنتاجها ٪ من جملة الإنتاج
البحر المتوسط	٦٨٤٠	[٣٦,١ ٣٦,٣ ١٣,٩ ٨,٨ ١٤,٩ ١٠٠
البحر الأحمر	٤٤٠٠	
بحيرات شمالية	٥٦٦	
النيل وفروعه	١٧٨	
بحيرة السد العالى	١٢٥٠	
مزارع سمكية	٧٠٠	
إجمالى	١٣٩٣٤	

(* عن الجهاز المركزى للتعبئة والإحصاء ١٩٩١) .

الفصل الرابع أنواع الأسماك التجارية

تشكل الأسماك حوالي نصف (٤٨,١ ٪) مجموع الفقاريات ، وتعيش في الماء الذي يشكل مايزيد عن ثلثي مساحة الكرة الأرضية . فيقول الحق تعالى : (وهو الذي سخر البحر لتأكلوا منه لحما طريا) - النحل : ١٤ - وفي مصر القديمة تواجدت الأسماك المتنوعة ، فتظهر الصور البارزة على مقبرة " تي " صور لأسماك الرعاش والشال والأمارا واللبيس والبلطي والأنوما وجامهور والفهقة . وتشير مصادر المعرفة اليونانية والرومانية إلى احتواء النيل على أنواع سمك يفوق عددها الوصف .

فمن أسماك النيل المصرية :

- ١ - أنومة Anooma (أو الجلومايا أو الأرمينيا) وهي أسماء مصرية لأسماك جنس Petrocephalus كنوع P. bane , P. bovei , P. keatingii & P. degeni .
- ٢ - أنومة (أم شيفيا) من جنس Gnathonemus (G. cyprinoides) .
- ٣ - بويزا من جنس Mormyrus (M. kannume & M. niloticus) .
- ٤ - ساويا (جامير) Hyperopisus bebe .
- ٥ - كلب البحر Hydrocynus forskalii .
- ٦ - ساردينا (كلب البحر ، رايا) من جنس Alestes كنوع A. nurse , A. baremose & A. dentex .
- ٧ - أمارا (جامر) Citharinus citharus .
- ٨ - دبس (لبيس) من جنس Labeo مثل أنواع L. coubie , L. niloticus , L. horie & L. forskalii .
- ٩ - بني من جنس Barbus كنوع B. bynni , B. anema , B. werneri , B. neglectus & B. perince .
- ١٠ - حوت (قرموط) من جنس Clarias ومنها نوعي C. lazera & C. anguillaris .

١١ - حوت (قمرسوط) من جنس Heterobranchus ومنها نوعى H.bidorsalis & H.longifilis .

١٢ - شلبة من جنس Schilbe ومنها S.mystus & S.uranoscopus .

١٣ - بياض (بوكماك - بوكماق) من جنس Bagrus ومنها B.docmac & B.bayad .

١٤ - شال (جارجر) جنس Synodontis وتحتها أنواع S.schall , S. batensoda , S.clarias & S. serratus .

١٥ - رعاش Malapterurus electricus

١٦ - ثعبان سمك Anguilla vulgaris .

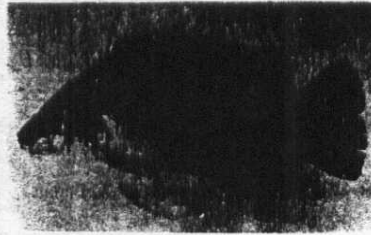
١٧ - بوري جنس Mugil ومنها للأنواع M.cephalus (بوري) ، M.auratus (جران) ، M. capito (طويار) ويطلق عليها معا بالبوري الرمادى .

١٨ - قشر بياض (ساموس ، لافاش) Lates niloticus .

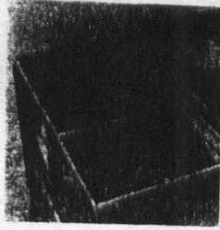
١٩ - بلطى Tilapia كالبلطى النيلى T.nilotica ، البلطى الأخضر T.zillii ، والبلطى الجاليلى T.galilaea .

٢٠ - فهقة (تاميرا) Tetraodon fahaka .

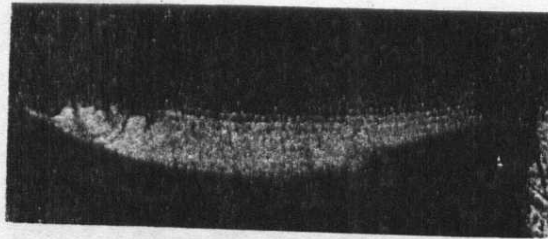
أما أسماك الماء المالح فهي البورى والطويار والجران والدنيس والبلطى الأخضر ؛ ويمدنا البحر المتوسط بالسردين والبورى والطويار والقاروص والمرجان والوقار والمياس والدنيس واللوت وموسى ؛ وأهم أسماك البحر الأحمر السردين والبربونى والمرجان والكشر والسيجان (بطاطا) والوقار والبورى والبرونة . وفيما يلى نماذج للأسماك المصرية نيلية وبحرية .



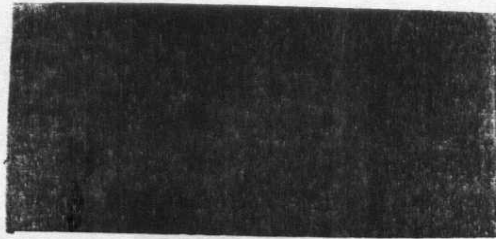
بلطى ماكروشير Tilapia macrochir



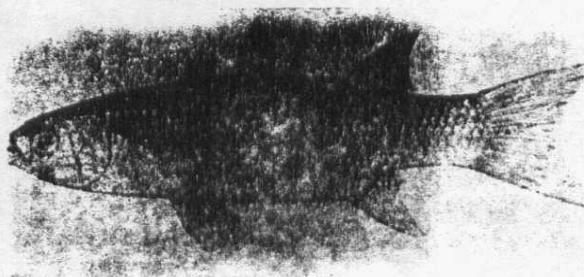
ثعبان سمك (حنشان) حجم صغير (٤٠ سم طول ، ١٠٠٠ حجم وزن)



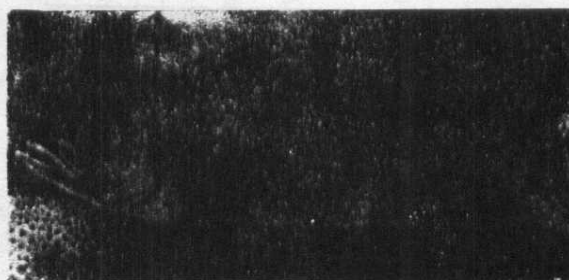
پوری رمادی Grey mullet (طویار Mugil capito)



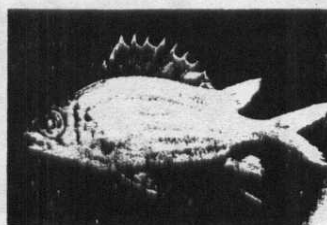
عربی عادی Mugil waigiensis (پوری)



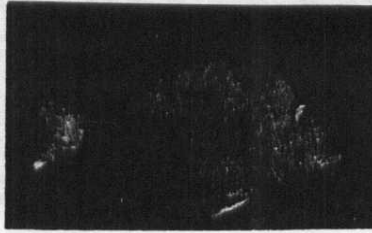
Mugil crenilabis عربی جیلانی



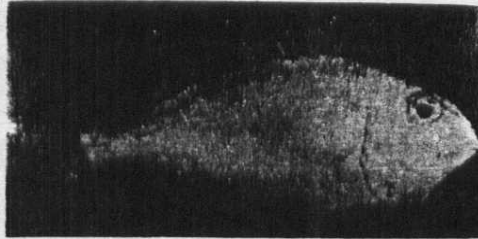
Holocentrus diadema بصیلی وردی



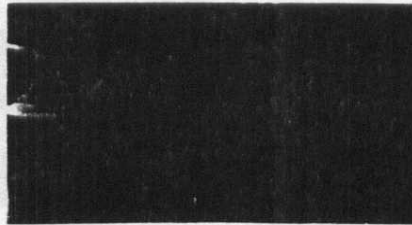
H.sammara بصیلی سمارا



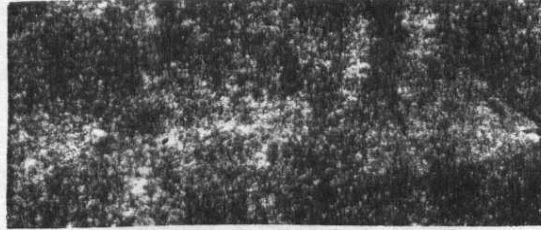
مرجان *Argyrops spinifer*



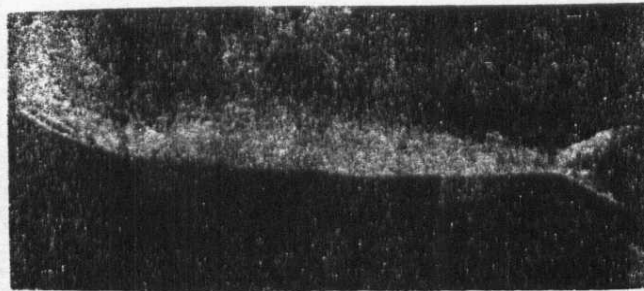
حفار *Pagrus haffara*



أبو شرارة *Periacanthus arenatus*



Lethrinus nebulosus شعور



Saurus tumbil مكرونة سويسى



Gymnosarda تونة معقبة

ويبلغ إنتاج مصر من بعض الأسماك (إحصاء ١٩٨٣ عن FAO ١٩٨٧) الهامة بالطن :

الانتاج	نوع السمك
٥١٣	موسى Common sole
١	هاك أوربي European hake
٢٧	شلبة عادية Common seabream
٤٤٩	شلبة دمجية الرأس Gilthead seabream (دنى)
٢٣٦	بورى أحمر Red mullets (برون)
٢٨٠	بورى Flathead mullets
٣٦٩	سمك أزرق Bluefish

بعض نماذج الأسماك التجارية

أولا : أسماك الماء العذب :

أ - رتبة الأسماك كاملة التعظم Teleostei :

١ - عائلة القنومات Cyprinidae : تنتشر أسماكها في كثير من بلدان العالم وتتغذى على الكائنات النباتية والحيوانية ، وتحتمل جنس اللبب (وتحت خمسة أنواع ، منها : اللبب النيلى Labeo niloticus) و جنس البنى (الذى يوجد منه فى النيل حوالى ٣٥ نوعا ، منها : سمك البنى Barbus bynni) .

٢ - عائلة أسماك الجرى (الفلق) Siluridae : منتشرة فى جميع أنحاء العالم وتضم خمسة عشائر (قرموط ، شلبة ، بياض ، شال ، رعاد) ومنها سمك الرعاد Malapterurus electricus والقرموط Clarias lazera والكركر Hetrobranchus longifilis والبياض Bagrus bayad والشال Synodontis schall . والقراميط سريعة النمو ومنها ٣ أنواع رئيسية لجنس Clarias تنتشر فى جنوب شرق آسيا والهند وإفريقيا والشرق الأوسط ، ويبلغ إنتاجها من المياه الداخلية المصرية (عدا بحيرة السد العالى) ٢٠ ألف طن سنويا (٤٪ من إنتاج المياه الداخلية) ، ويتحمل نقص الأكسجين ويقل على التغذية الصناعية فيزيد نموه . تبني الكلازياس عشوشا أو ثقوبا بقطر حوالى ٢٠ - ٥٠ سم أسفل فى الماء لوضع البيض . وتجمع الزريعة بحصاد العشوش والتي يحتوى كل منها حوالى ٢ - ٥ آلاف قطعة من الزريعة ، إلا أن هذا الإنتاج الطبيعى غير كاف لامتداد زراعة هذه الأنواع . لذا بخلت فى منتصف

الخمسينات عملية التكاثر بالمعالجة الهرمونية وحازت بعض النجاح ، وتغذى الزريعة فى أول ٢ - ٣ أسابيع على البلانكتون الحيوانى ثم أخيراً على السمك المطبوخ . ويتم استزراع القراميط وتكاثرها صناعياً بنسبة حيوية تصل إلى ٨٠ - ٩٠ ٪ فى اليوم الأربعين من الفقس ، ولهذا الغرض تجمع الأسماك البالغة Spawners وتخزن فى أحواض (٣٥ - ٣٥ م) أرضية طينية وجدرانها من الخرسانة أو الحجر وعمق المياه ١ - ١,٥ م مع تزويد الحوض بكهوف على الجوانب أو أنابيب من الأسمنت أو البلاستيك على القاع مع تغطية نصف مسطح الماء بنباتات مائية طافية (كورد النيل) لتوفير الظل والإحساس بالأمان للسمك . فتوضع الأسماك عمر ١,٥ سنة أو ما تزيد عن ١٥٠ جم وزن (كل جنس منفصل عن الآخر) فى أحواض بمعدل ١٥ - ١٧ سمكة فى المتر المربع قبل التبييض بمدة ٣ - ٤ شهور . وتغذى على فضلات السمك المفرومة والأحشاء الحيوانية المفرومة ورجيع الأرز أو ردة القمح وكسب الفول الصويا أو كسب الفول السوداني بمعدل ٣ - ٥ ٪ من وزن السمك ، مع خفض كمية الغذاء فى حالة تغير ظروف المياه أو انخفاض درجة حرارة المياه . ولو كانت الأسماك من قطع طبيعى Wild stock فيجب معاملتها هرمونيا مباشرة لتجنب آثار الجروح وامتصاص الأسبريمات والبيض خلال فترة حبسها .

وبالنسبة لمتد وتطرى بطن الأنثى مع استدارة واتساع الفتحة التناسلية genital pore بينما بطن الذكور تكون مسطحة والفتحة التناسلية صغيرة وبيضية الشكل . وكما فى حالة المبروك الصينى فإنه تحقق أسماك القرموط بنخامية المبروك والسيناهورين Synahorin أو الجوناجين Gonagen أو البيرجين Pubergen لإحداث التبييض . وتكون الجرعة معادلة لنخامية سمكة مبروك (٢ - ٣ مرات وزن أنثى القرموط) مع ٢٠ وحدة أرانب من السيناهورين أو ١٢٠ وحدة دولية من البيرجين تحقق مع النخامية لكل أنثى وزن ١٩٠ جم فأقل ، ويعلق هذا المخلوط فى محلول رينجر Ringer's solution (مكون من ٠,٧ ٪ كلوريد صوديوم ، ٠,٣ ٪ كلوريد بوتاسيوم ، ٠,٢٦ ٪ كلوريد كالسيوم ، ٠,٠٢ ٪ بيكربونات صوديوم) وتنقسم إلى جزئين تحقق للإناث بينهما ٨ - ١٠ ساعات وتحقق فى العضل أسفل الزعنفة الظهرية .

ولاحتياج الذكور الكبيرة أو المسنة إلى حقن ، لكن صفار الذكور (عمراً وحجماً) تحتاج إلى الحقن بنصف الجرعة الكلية المعطاة للإناث ، تحقق فى نفس زمن الحقنة الثانية للإناث . وعقب الحقن تنقل الأسماك ذكورا وإناثاً إلى تانكات بلاستيك كبيرة أو أحواض خرسانة جيدة التهوية ، فعلى درجة حرارة ٢٦ - ٢٩ °م تبدأ فى الإنزال فى ظرف ١٨ - ٢٤ ساعة حسب اختلافات درجة الحرارة ودرجة النضج للسمك .

ولتقدير نضج ripeness البيض تضغط البطن للإناث برفق فينسب البيض الناضج بلونة الأحمر الداكن ، بينما البيض الأخضر زائد النضج Over ripe لا ينسب بسهولة ويكون لونه مبيضا . بينما الذكور لا ينسب سائلها المنوى بالضغط ، إذ يتطلب الأمر فتحها للحصول على الإسبريمات ، إذ توجد الخصيتان على جانبي التجويف البطنى بلون قرنفلى مستطيلة مشرشرة ، فتزال الخصيتان وتقطع إلى شرائط عرض حوالى ٣م وتخلط مع البيض لإخصابه . فيكون قطر البيض المخصب ١٩,٠ مم فيتم غسله ٥ - ٦ مرات

بالماء وتنقل إلى حوض الفقس وهو حوض خرسانة صغير أو من الطوب بعمق مياه حوالى ٦٠ سم ، فينثر البيض المخصب على مسطح شبك نيلون فى صوان خشبية أو إطارات سلكية مغموسة مباشرة تحت سطح المياه ، يلتصق البيض المخصب (بعد امتصاص الماء) بالشبكة ، وعلى درجة حرارة ٢٧ - ٢٩ °م يفقس البيض فى حوالى ٣٠ ساعة ، ويخرج الفقس بطول حوالى ٠.٤٦ مم بأكياس صفار واسعة بعرض حوالى ٠.١٨ مم يتم امتصاصها فى الثلاثة أيام التالية للفقس والتي يكون الفقس خلالها غير نشط فيما عدا حركة التذبذب wiggling للذيل . ثم تبدأ الزريعة بعد ذلك فى الحركة والاكل .

وفى أثناء التفريخ ينبغى توفير الأوكسجين ، سواء بتهوية المياه أو تغييرها تدريجيا ، دون إحداث اضطراب للبيض أو للفقس ويجب تجنب التغيير المفاجيء لدرجة حرارة المياه . ولتجنب العدوى الفطرية يضاف للمياه أخضر ما لاكيت Malachite Green ٢ . جزء / مليون أو أزرق ميثيل Methylene blue ١ - ٢ جزء / مليون . وعند بداية التغذية للزريعة فى اليوم الرابع من الفقس فإنها تتغذى على الدافنيا daphnia والروتيفيرا Rotifers كهوائيم حيوانية فيجب إضافتها بكميات كبيرة مع ترشيع الكبير منها عن ٦٠٠ ميكرون (٠.٦ مم) لاستيعادها . ومن اليوم الثامن يجب تغذية الزريعة على التيوبيفكس tubifex ولحم المحار المقطع إضافة إلى الدافنيا . وبداية من اليوم الثلاثين تغذى على مخلوط سمك مفروم ودم وأحشاء حيوانية مع الردة والرجيع وكسب الصويا أو كسب الفول السودانى . وفى عمر ٤٠ يوما تصل ٢.٥ - ٤ سم طول وهو حجم مناسب لتخزينها فى أحواض سبق استزراعها بالدافنيا كأنهم غذاء لزريعة القرموط أو تزرع الدافنيا فى أحواض منفصلة سبق صرفها وتجفيفها شمسيا ثم تجييرها (٣٠٠٠ كجم / هكتار) وإخصابها (سماد بلدى أو غير عضوى) وإدخال المياه بعمق ٦٠ سم فتنمو الدافنيا بعد حوالى أسبوعين وتجمع بشباك وتنقل لتغذية الفقس hatchlings . وأحواض الرعاية تكون جوانبها خرسانة أو حجارة وإن كانت طينا فتكون قوية سميكة لأن القراميط تحفرها ، وتكون مساحتها عادة ٨٠ - ١٦٠م^٢ وارتفاع جوانبها ١.٥م وعمق المياه ٤٠ - ١٠٠ سم ، وتزود بكهوف أو أنابيب خرسانة أو بلاستيك بقطر ١٣ سم وطول ٥م تغرس فى القاع لتوفير أماكن للاختباء للسماك ، وكما فى أحواض التنبويض يجب تغطية حوالى نصف مسطح المياه بنباتات مائية لتوفير الظل . ولاحتمالها انخفاض تركيز الأوكسجين ، ترتفع نسبة تخزينها إلى حوالى ١٠٠ - ٢٠٠ أصبعية طول ٢.٥ - ٣.٥ سم (وزن كل ١ - ١.٥ كجم) فى مساحة ٣.٣ م^٢ ، ويزيادة حجم السمك يعاد توزيعها إلى أحواض بمعدل تخزين أقل .

والقراميط أسماك كائنسة فتغذى على مخلوط من مفروم السمك وكسب الصويا ومطحون الشوفان المطبوخ ويشكل فى كور ، ويجب إضافة كسر القواقع . ويوضع الغذاء فى سلال سلك تنخفض فى الماء . ويتم التغذية مرة فى اليوم كل عصر بمعدل ٣-٥ ٪ من وزن السمك حسب الطقس وظروف المياه وشدة التغذية .

وتنمو القراميط بسرعة فى الفترة من الشهر الثالث بعد الفقس وحتى عمر سنة، بعدها ينخفض النمو. وتبلغ الأصبعيات طول ٢.٥ - ٣.٥ سم فى سنة ١٢٠ جم وزن وهو وزن التسويق ، وإن كان الوزن

الأكبر يدر ربحاً أكثر . ويعطى الموض سعة ٠,١ هكتار ٢,١٦ طن سمك فى السنة (متوسط وزنه ١٥٠ جم) تباع حية .. ويتم صيدها بشباك غطس من كهوفها حيث تختبئ أو يرفع الأنابيب وتقريفها فى الشباك وتنقل لأحواض أسمنتية أو حجرية صغيرة لمدة ١ - ٢ يوم لإفراغ أحشائها وتخليصها من طعم الطين ثم تباع بعد ذلك . وتنتج تايلاند من الكلارياس حتى ١٠٠ طن/ هكتار/سنة من زراعته فى أحواض . ويختلف موسم تكاثر القراميط كثيراً باختلاف الأنواع كما يظهره الجدول التالى :

نوع القراميط	مكان تربيتها	موسم تكاثرها
Clarias batrachus	بنجلاديش تايلاند الهند	مايو إلى يونية مايو إلى أكتوبر (أوسبتمبر) (يونية) يوليو إلى سبتمبر
Clarias gariepinus	روديسيا ترانسفال مالاوى جنوب غرب إفريقيا جنوب إفريقيا	نوفمبر إلى فبراير أكتوبر إلى فبراير (نادراً مايو) سبتمبر إلى مارس نوفمبر إلى مارس نوفمبر إلى فبراير (نادراً سبتمبر إلى أبريل)
Clarias lazera	نهر النيل مصر غرب إفريقيا إفريقيا الوسطى والفريقية	يوليو إلى سبتمبر مارس إلى سبتمبر يوليو إلى سبتمبر يوليو إلى أكتوبر
Clarias macrocephalus Clarias mossambicus Clarias senegalensis	تايلاند ماليزيا أوغندا - بحيرة فكتوريا غرب إفريقيا غانا	مايو إلى سبتمبر أبريل إلى يوليو / سبتمبر إلى نوفمبر أبريل ، ديسمبر يوليو ، أغسطس أبريل إلى سبتمبر

وعلى ذلك يختلف دليل المناسل الجسمي لكلا الجنسين باختلاف شهور السنة .

ب - رتبة الأسماك البسيطة Haplomi :

١ - عائلة الأسماك المنخارية Serranidae : وهي من أكلات اللحوم ، ومنها : سمك القشر
Lates niloticus

٢ - عائلة البلطي Cichlidae الاستوائية : وهي أسماك ماء عذب منها أكل لحوم ،
ومنها أكل نباتات ، وكل الأنواع الخمسة والسبعين للبلطي أصلها من قارة إفريقيا وفلسطين .
والإتجاه الحالي يميل إلى تقسيم البلطي إلى ٣ أجناس هي . Tilapia , Sarotherodon
Oreochromis على أساس الاختلافات في العادات الغذائية والتناسلية والتشريحية
والخصائص الكهروكيميائية Electrophoretic characteristics . فأنواع جنس Tilapia
تبحث عن أشياء تبيض عليها Substrate spawners بينما جنس Sarotherodon يرمي
الوالدان صغارهما Biparental ، وجنس Oreochromis تحتضن الإناث بيضها الملحق في
فمها maternal mouthbrooders .

وانتشرت زراعة البلطي في السنوات الأخيرة ، لأنها تعيش على الأغذية المائية من هوائم وفتات
وغيره ، ولتكاثرها في الأسر ، ولقاومتها للتداول والأمراض وسوء جودة المياه ، ولعمومية تركيب السمك ،
وبياض لحمه ، وامتيان طعمه . وأهم الأنواع استزراعا هي :

Oreochromis niloticus

O.mossambicus

O.aureus

Tilapia rendalli

T. Zillii

ومشكلة استزراع البلطي الموزمبيقي في نضجة الجنسي في عمر ٢ - ٣ أشهر وحجمه ٨ - ٩ سم
ويستمر في التبويض كل ٤ - ٦ أسابيع خلال السنة تحت الظروف الحارة ، وتنتج الانثى ١٠٠ - ٥٠٠
بيضة / تبويض . وهذا يؤدي إلى الزحمة وعدم كفاية الغذاء وإعاقة النمو . والأنواع الأخرى من البلطي لها
نفس الصفة وإن كانت تتضج لعد ما متأخرا نسبيا وفي حجم أكبر .

وأسمائها الإناث تحتضن البيض المخصب في فمها حتى يفقس ، ومنها سبعة أجناس تعيش في
النيل ، وجنس البلطي يقدم البلطي الأخضر Tilapia Zillii ، بلطي أبيش (نيلي ، سلطاني)
T. nilotica .

وقد بدأت تجارب استزراع البلطي في إفريقيا عام ١٩٢٤ ، وترجع حفريات بحيرة فيكتوريا وجود جنس البلطي منذ

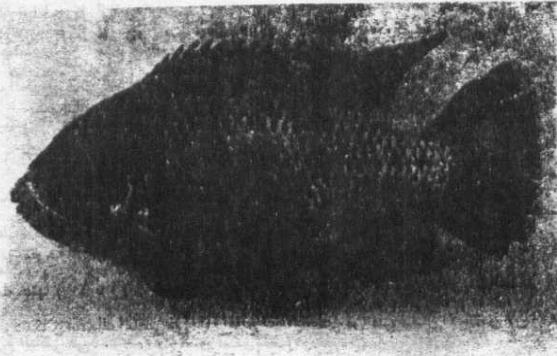
حوالي ١٨ مليون سنة . وفي الفترة ١٩٠٩ - ١٩١٦ تم تصنيف البلطي إلى ٩٦ صنف في إفريقيا وفي هذه الفترة أدخل إلى جزيرة جاوا ثم انتشر في المياه الدافئة في أنحاء العالم . وقد تم تقسيم البلطي مؤخرًا إلى جنسين ، هما : *Tilapia* ، *Sarotherodon* ولكن لسهولة الإشارة إلى المجموعة فيطلق عليهما معا *Tilapia* لكن الاسم العلمي يشير إلى الجنس المقصود ، وهذا التقسيم يعتمد على نوع التربية والتغذية فتتواجد (التيلابيا) تنفع بيضها وتحرسه حتى يفقس وترعى فقسها وهي أكالات عشب ، بينما أنواع (الساروثرون) فتحتفظ بالبيض في فمها حتى يفقس وتميل إلى التغذية على البلائكتون . والبلطي أكثر الأنواع (بعد المبروك) استزاعا في العالم . والبلطي الموزمبيقي *Sarotherodon mossambicus* ينتشر في المناطق الحارة (درجة حرارة شتائها ٢٠ م) ولا تحتاج إلى تدفئة تانكاتها في الشتاء كما يحدث في الأياها في الولايات المتحدة وفي إسرائيل واليابان . وتنتشر أسماك البلطي الأخضر *T.Zilli* والرندالي *T.rendalli* لتغذيتهما على الحشائش والتحكم في نمو الحشائش . وتستزرع أسماك بلطي الماكروشير *S.macrochir* والهورنورم *S.hornorum* بفرض إنتاج هجين كله نكود . وعموما فيستزرع البلطي الآن بنجاح في جنوب شرق آسيا (اليابان - الجمهوريات الآسيوية (السوفييتية سابقا) - شبه القارة الهندية) ، وأوروبا (ألمانيا - فرنسا - روسيا) ، وجنوب الولايات المتحدة الأمريكية (ولايات لويزيانا ، فلوريدا ، الأياها ، كاليفورنيا) ، وأمريكا اللاتينية (المكسيك ، البرازيل ، كولومبيا ، نيكاراغوا) .

أسماك البلطي أكالات عشب ، وبعضها متنوع (مختلط التغذية) وتتمتع بسرعة على التغذية الصناعية ، ومعظمها يتحمل الماء الأسن (الضارب للملوحة أو الشروب) *brackish* ، وبعض الأنواع تنمو وتتكاثر في ماء البحر . ورغم انخفاض القيمة الغذائية والتصافي للبلطي عن المبروك إلا أن البلطي الأكثر تنوعا وجذباً اقتصادياً في إفريقيا كلها . والبلطي أقل احتياجاً للمعالجة (٢٠٠ / رجل / سنة / هكتار) . وإنتاج الهكتار من البلطي يبلغ طن (في المزارع غير المكثفة) . ويتوقف سعر البلطي على حجمه (في إفريقيا) أو على لون جلده ومنافسه سمك القن وقت التسويق (في جنوب شرق آسيا) .

ويستخدم البلطي الزيتي والرندالي في مقاومة الحشائش لكن يفضل الزيتي لانخفاض خصوبته عن الرندالي . كما تستزرع أنواع البلطي الموزمبيقي والرندالي والملاثرون التي تتغذى على الطحالب والحشائش النامية (ملجأ يرقات الناموس) وقد تستهلك يرقات الناموس . كما يستزرع البلطي الموزمبيقي في هاواي لاستخدامه كطعم *Bait fish* لأسماك الأخرى وكفريسة للأسماك الأخرى كالفرغ والتراوت ، أو لرياضة الصيد أو لأحواض الزينة (بلطي ملاثرون) . وقد فشلت محاولة إدخال البلطي الموزمبيقي لمصر ، إذ يقل نشاطه على حرارة منخفضة ويوقف نموه ويموت بانخفاض الحرارة عن ١٥ م . ويحتمل فقس البلطي الاختلافات الحرارة أكثر من تحمل اليرقات أو الأسماك البالغة . وفي روديسيا يتم الحصول على ٩ طن بلطي / هكتار / سنة إذا كان معدل التخزين ٣٠ ألف / هكتار ويتم الحصاد ٣ مرات / سنة بوزن تسويق ٩٠ جم / سمكة . وعامل المكان (أو مساحة سطح الماء أو حيز الحركة للسمك في جسم الماء)



بلطى موزمبيقى *S. mossambicus*



بلطى رندالى *T. rendalli*

living space factor هام للبلطى ، فالسمك المربى فى مكان رطب ينمو أسرع من المربى فى أماكن ضيقة وذلك راجع للاعتداء والسيادة داخل وبين المجاميع التى تظهر أكثر فى المكان الضيق فتتفقد الأسماك طاقتها فى الاعتداءات والمنافسات فيقل نموها . كما يرجع نقص النمو إلى نوع من المواسمة مع ظروف بيئية غير مواتية .

يتحكم مستوى التغذية في المزرعة في كمية السمك المسكنة لوحة المساحة وتزيد كثافة التسكين بزيادة إضافة الغذاء . ويقال عن المزرعة إنها بلغت أقصى محصول ثابت maximum standing crop (M.S.C.) أو مقدرة حملاتها Carrying capacity إذا كان السمك يستخدم كل الغذاء دون أى زيادة أو نقصان في وزنها ويتوقف المحصول الكلى لوحة المساحة على وزن التسكين المبدئى initial stocking mass لوحة المساحة وليس على عدد السمك لوحة المساحة . وقد سجل إنتاج البلطي الموزمبيقى فى مزارع غير مسمدة بمقدار ٨٩٦ كجم / هكتار، بينما قد سجل إنتاج البلطي الموزمبيقى فى مزارع مسمدة بمقدار ٢١٢٨ كجم / هكتار، كما قد سجل إنتاج البلطي الموزمبيقى فى مزارع مسمدة مع تغذية صناعية بمقدار ٦١٦٠ كجم / هكتار .

وأفضل موعد للصيد قبل انخفاض النمو لأنه غير اقتصاديا أن يحتفظ بالسمك عندما يصير نموه معدوما ، فلذلك يجب تقدير M.S.C. ويجرى الصيد الجزئى Skimming ببليوغ مقدرة المحصول حتى يتوفر الغذاء لباقي السمك فيتمو أسرع ويصير اجمالى المحصول أكبر مما لو حصد مرة واحدة . وإذا سكن السمك فى مزرعة بلغت مقدرة حملاتها فإنه يقف نموه وونقل إلى مزرعة أخرى ما زلت لها قدرة على النمو فإنه يبدأ النمو ثانية .

ويمكن للبلطي بكل أنواعه أن يعيش على مستوى منخفض من الأوكسجين حوالى ١ مجم / لتر ، والحد الأدنى المميت لعدد من أنواع البلطي ٠.١ مجم / لتر أوكسجين . والسمك الكبير يقل احتياجه للأوكسجين عن السمك الصغير لذلك يحتمل انخفاضه إذا كان أعلى من المستوى الحرج . ويانخفاض الأوكسجين يمر البلطي بميتابوليزم لاهوائى على حساب النمو . ويحتل البلطي (ماكروشير) ارتفاع تركيز ثانى أوكسيد الكربون (٧٢.٦ جزء / مليون) لو توفر الأوكسجين مع ارتفاع رقم PH الماء . وافتراض انحدار البلطي من أسلاف بحرية فإنه يحتمل الملوحة ويعيش فى الماء الشروب ، والزئلى أكثر تحملا فيوجد فى بحيرة البرديول على ملوحة ٤١ - ٤٥ ‰ . كما اندثرت أسماك البلطي النيلي والجاليلي من بحيرة قارون عند انخفاض ملوحتها (١٠ - ٢٦ ‰) والأهم هو التدرج والتكلم على الملوحة وعدم الانتقال المفاجيء إلى ماء مالح . ولانتكاثر أسماك البلطي فى الماء المالح لذا لايفضل من عدم فصل الأجناس لأن الأعداد لن تزيد إذا استزرع البلطي فى أحواض ماء أسن فتنمو أفضل ولا تتناسل .

وقد تحتفظ ذكور أو إناث البلطي (أو الجنسين معا) بالبيض المخصب لمين فقسه فى فمها mouth brooders ، والأنواع التى لاتحتفظ ببيضها فى فمها لمين الفقس substrate spawners فإنها تضع عددا أكبر من البيض الأصغر حجما عن التى تحتفن ببيضها فى فمها . ورغم صغر نسبة وزن البيض إلى جسم البلطي عن الأسماك الأخرى إلا أن البلطي يضع عدد مرات أكثر . والبلطي ينضج بعد ٢ - ٣ سنوات فى الطبيعة ولكن ينضج أسرع جدا (أقل من ٦ شهور) فى المزارع وهذا هو سبب إنتاج العدد الكبير من البيض صغير الحجم تحت الظروف غير المواتية . وعليه فالأسماك البلطي التى تضع البيض متباينة الحجم والعمر بشدة مما يسبب مشكلة فى المزارع وزيادة فائقة فى الأعداد تحت الظروف المفايرة . ويحدث تبويض

البطل على درجة حرارة ٢٠ - ٢٣ °م . وفي الإنتاج المكثف يعتمد على التناسل الصناعي فتحقق أسماك البطل النيلي في البريتون بجوناوتروفين أدنى (٢٥ وحدة نوية / ١٠٠ جم) ومستخلص تخامية المبروك (٢٥ . مجم أو ٢٥٠ وحدة نوية / ١٠٠ جم) فيؤدي ذلك لإحداث التبويض Spawning في أحواض على درجة حرارة ٢٥ - ٢٩ °م وإضاءة ١٢ - ١٤ ساعة / يوم وعلقة مرتفعة البروتين وماء نظيف في أحواض ٢٠٠ × ٥٠ سم . وللتجهيز تختار الأسماك الناضجة عند زيادة كثافة صيغاتها وانتصاب قشورها واحتقان حلماتها التناسلية لبداية وضعها ثم يستكمل إنزال البيض باليد بإمرار الأصابع أسفل البطن ويخلط البيض بالملح في طبق أو أن يخلط الملح أولاً بالماء لزيادة حجمه ويخفض كثافته ثم يخلط مع البيض ٦٠ ثانية قبل صرف الماء والاسبرمات ووضع البيض في الحضان (مفرخ) incubator أو أن يخلط البيض بالملح ١ - ٢ ق ثم يضاف ١٠ سم^٣ محلول ملح فسيولوجي ويقلب ٢ ق قبل الفسيل تحت تيار منخفض من ماء الصنبور . يحضن البيض على ٢٥ - ٢٧ °م في أوان على مناضد متحركة لضمان وفرة الأوكسجين . ويزال البيض التالف ويغير الماء كلما تعكر . وينقل الفقس إلى أحواض أو أقفاص عقب امتصاص كيس الصفار .

البطل النيلي يشتمل على أفراد عديدة الكروموسومات Polyploid . أي لها ٣ مجاميع كروموسومية أو أكثر بدلا من المجموعتين المعتادتين ، وتحدث هذه الظاهرة بعد صدمة برد من ٣٢ إلى ١١ °م لمدة ساعة بغمس البيض المخضب في ماء بارد فينتج ٧٥ ٪ أفرادا عديدة الكروموسومات ، وبعد ١٤ أسبوع تكون هذه الأفراد أكبر عن ثنائية المجاميع الكروموسومية Diploid بمعدل ٣٢٪ أي يمكن حصادها مبكرا بثلاثة شهور .

وتتغذى صغار البطل حتى حجم ٥ سم على الهوائم النباتية فقط (ولا تتغذى صناعيا) ثم تتغذى أسماك التيلابيا على الأعشاب وأسماك الساروترون على النباتات والحيوانات الدقيقة . وتقوم الأياض بمضغ الغذاء وتحويله إلى عجينة تقذفه إلى صغارها . ويمكن تغذية الأسماك الأكبر من ٥ سم صناعيا سواء غذاء محبب Pelleted أو غير محبب . والأسماك آكلة العشب يلزمها حوالي ١٠ ٪ من عليقتها أن يكون من مصدر حيواني .

وأفضل معدل تخزين Optimum stocking rate يتراوح ما بين ١٠ - ٢٥ ٪ من المستهدف صيده أو حصاده من البطل . والتخزين على أساس الوزن أفضل وأدق وأبسط في الإجراء عن التخزين بالعدد لصعوبة المد ولأنه قد تتساوى الأعداد لكن تختلف الأسماك في وزنها وفي احتياجاتها الغذائية فلا يمكن المقارنة بين أرقام الإنتاج . وكثافة السمك (٢٠٠ ألف / هكتار أي حوالي ٨٤ ألف / فدان) البطل في المزارع جيدة التهوية الصغيرة أعطت نموا مقبولا ، فالتهوية تقلل من تأثير عامل المكان . ويبلغ إنتاج المزارع ٨ ٪ من إجمالي الإنتاج السمكي في إفريقيا (وتشكل المزارع ٤٨ ٪ من إنتاج المياه العذبة في نيجيريا) . ويشكل البطل ٦٠ - ٧٠ ٪ من أسماك المزارع في إفريقيا .

وتستزرع أنواع عديدة من البلطي (نيلي ، رندالي ، موزامبيقي ، ماكروشير ، جاليلي ، زيلي ، اسكولنتي) ، إلا أن النيلي أكثر تفصيلا خاصة في أنظمة الإنتاج المكثف لنموه السريع وكفاءة تحويله الغذائي الطبيعي والصناعي مما يمكنه من بلوغ حجم التسويق قبل بدايته في التكاثر .

ويخزن البلطي في مجاميع متباينة العمر وتصرف الأحواض للحصاد وتعاد الأسماك الصغيرة للأحواض ثانية ، أو يخزن في مجاميع متجانسة الحجم ويصاد منها ما يصلح للتسويق مع إعادة الحجم الصغيرة ثانية للأحواض وذلك لعدم تزامن Synchronization التكاثر في البلطي ، وعليه فيحتوى الحوض الواحد على مجاميع عمرية مختلفة باستمرار ، وعليه فلا تتنافس على الغذاء ، وقد يخزن بعمل أحواض لكل عمر أى لوضع البيض وللزريعة وللتسمين كل على حدة على أن يكون حوض الأمهات (وضع البيض) حوالي ١٠٠ م^٢ ولا يتسع عن ٥٠٠ - ٢م^{١٠٠٠} ويوضع ١ - ٥ أزواج من السمك الذى سيضع البذرة Seed لكل ٢م^{١٠٠٠} ، ويربى الفقس حتى ٤سم ثم تصاد بشبكة وتنقل إلى حوض النمو بمعدل تخزين طبقا لجودة الماء ومستوى التغذية . وقد يصرف حوض الأمهات مباشرة لخفض التزاحم والتكثيف تغذية الفقس حينما يصير قادرا على التهام الغذاء الطبيعي أو الصناعي وقد يخزن جنس واحد فقط في أحواض الإنتاج لاستبعاد مشكلة التكاثر فتقل الزحمة وتصل الأسماك لحجم التسويق قبل بلوغها جنسيا .

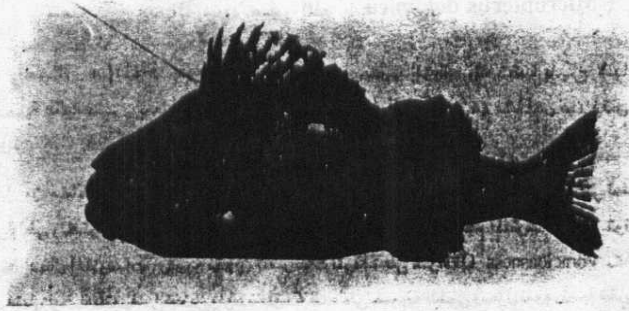
وقد يجرى التخزين لأنواع مختلفة في مزرعة مختلطة Polyculture لزيادة المقدرة الإنتاجية فقد استزرع من البلطي نوعين معا مختلفان في عاداتهما الغذائية هما الرندالي (عشبي) والماكروشير (أكل الدقائق) في زائير كما استزرع النيلي مع الجاليلي والزيلي ، كما استزرع البلطي مع المبروك (مع العناية بمعدل تخزينها معا لخفض التنافس داخل كل نوع وبين النوعين) . ورغم أنه في إسرائيل استزرع المبروك والبوري والبلطي وانخفض إنتاج كل منها بمقدار ٢٨ ٪ عما لو استزرعت كل منها على حدة إلا أن الانتاج الكلي للمزرعة زاد بمعدل ٣٠ ٪ - ٥٠ ٪ . وقد بلغت نسبة المبروك إلى البلطي كنسبة ١ إلى ١ في أوغندا باستخدام معدل تخزين وتغذية عالين ، أو ١ : ١ ، ٥ : ١ في نيجيريا وكان الإنتاج حتى ٢٠٣ طن / هكتار / سنة . وهذا الخليط يحتاج عناية فائقة في حجم وعدد الأسماك عند التخزين لأن حجم المبروك وكثافة تخزينه تؤديان إلى عدم كفاية الغذاء الطبيعي ، كما أن زيادة كثافة تخزين البلطي تعيق نمو المبروك . وتعد المزارع مختلطة كذلك إذا احتوت نفس نوع البلطي لكن أعمار مختلفة . كما استزرع البلطي النيلي مع القراميط في افريقيا (بإنتاج ١ - ٣ أو ٣ - ٧ طن / هكتار / سنة عند التسميد أو التغذية الصناعية على الترتيب) في ولاية الاباما . وخطط البلطي مع سمك اللين في مزارع الفلبين معا .

طرق التحكم فى التكاثر Methods of controlling reproduction :

١ - الافتراس Predation :

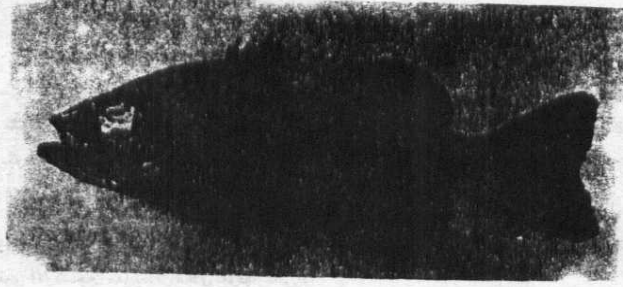
يستخدم الافتراس كوسيلة بيولوجية للتحكم فى العشيرة فتؤدى إلى زيادة الحجم النهائى للسماك البلطى المحصود علاوة على الإنتاج الإضافى من الأسماك المفترسة ، لكن ينبغي الاتزان بين العشائر وإلا زاد نشاط المفترسات ولا تترك كمية كافية من الفقس لينمو أو العكس أى أن تكون كمية المفترسات غير كافية فلا يكون لها تأثير . وأهم المفترسات للتحكم فى تكاثر البلطى فى المزارع هى :

فرخ قشر النيل Nile perch يستخدم لهذا الغرض فى حوض النيل فى السنجال وأوغندا والنيجر لكنه لا يتكاثر فى الأحواض مما يقلل من أهميته ، وصفاره حساسة جدا فى التداول ولا تنخفض مستوى الأوكسجين مما يجعل معدل نفوقها عالى .



فرخ قشر عادى (Common perch (*Perca fluviatilis*)

سمك الفرخ واسع الفم largemouth bass يخفض الفقس بمعدل ٥٠ - ٧٥ ٪ ويزيد من نسبة السمك القابل للصيد ويتوقف الإنتاج الكلى على وفرة الغذاء الصناعى ، إلا أن زيادة التغذية تخفض الأوكسجين وتقتل سمك الفرخ . والفرخ حساس للمكارة (أكثر من ١٠٠ جزء فى المليون) مما يقلل من استخدامه لأن المكارة من صفات احواض السمك فى إفريقيا والفرخ أقل كفاءة فى افتراس البلطى من فرخ قشر النيل . ويفضل إضافة المفترسات من أسماك الفرخ قبل بلوغ البلطى عمر عام أى قبل التخصج الجنسي مباشرة .



سمك فرخ Bass أسود صغير الفم (*Micropterus dolomieu*)

اسماك *Hemichromis fasciatus* توجد في غرب إفريقيا وتستخدم بنجاح لأنها تتكاثر بخصوبة عالية فتخزن بمعدل ٢٪ من القطيع الكلى في طول أكثر من ٥ سم فتخضع عدد فقس البلطي بكفاءة .

ومن مشاكل التحكم بالافتراس : صعوبة الحصول على زريعة المفترسات ، والمحافظة على نسبة مُثلى بين البلطي والمفترسات ، والمحافظة على حجم مثالي للبلطي بالمقارنة بحجم المفترسات وهذا يتوقف على توقيت إِبْخال المفترسات . ونسبة تخزين المفترسات تتوقف على شراحتها *Voraciousness* فكلما قلت شراحتها زادت نسبتها في التخزين وهذه تتوقف كذلك على خصوبة البلطي ومعدل نموه ونسبة تخزينه وكذلك مهم معرفة معدل نمو المفترسات وكفاءة تحويلها الفذائي لحساب العدد اللازم من المفترسات وحجمها .

٢ - مزارع الجنس الواحد *Monosex culture* :

وذلك لتجنب التكاثر قبل النضج الجسمي بتخزين فقس من جنس واحد ، ويجرى ذلك بفصل الأجناس بالفرز أو بتحويل الجنس بطرق عدة كما يلي :

١ - تمييز الجنس بالفرز : تمتاز الذكور بسرعة نموها عن الإناث لذلك تفرز الإصبعيات من حيث مظاهر الجنس وتستزرع الذكور فقط وتستبعد الإناث. وهي مستهلكة للعمالة والوقت إذ يفرز الرجل في اليوم حوالي ألفين من الإصبعيات أي أن ١٠ أحواض سعة كل منها ١/٢ هكتار إذا خزنت بمعدل ٥٠٠٠ سمكة / هكتار يلزمها ٢٥ عامل للفرز يوم كامل . هذا بجانب

فقد ٢٥٠ كجم من الإناث بفرض وزنها ١٠ جم . ويرجع زيادة نمو الذكور لجانب وراثي وآخر بيئي. إذ أنها أكفأ في تحويل الغذاء وفي الحصول عليه لأنها أكثر شراسة عن الإناث كما أنها تاكل أكثر علاوة على أن الإناث لاتاكل وقت تمخض البيض في قمها مما يوضح سبب الفرق بين الجنسين. ولاتنتج كل النتائج مع أنواع البلطي المختلفة في المزرعة وحيدة الجنس إذ لم تنتج مع الرندالي والزيلي والمكروشير والنيلي رغم نجاحها مع الموزامبيقي والكافونسييس . وإذا لم يكن التجنيس دقيق جدا فإن دخول أنثى واحدة يضيع كل جهود الفرز.

ب - التهجين : لإنتاج نسل كله ذكور ، وبهذا نتغلب على مشاكل التجنيس - وتقاصيل التهجين سترد بعد ذلك .

ج - التلقيح الجنسي بالإشعاع : الإشعاع المتأين يؤثر على الجهاز التناسلي في السمك . فقد وجد أن دليل المناسل الجسمي gonadosomatic index للبلطي الزيلي والنيلي يقل بالتعرض لأشعة جاما من الكويك المشع والتي تعمق الذكور إذا كانت حديثة الفقس لأن المناسل في أثناء نموها المبكر تكون حساسة أكثر للأشعة . وهي طريقة سهلة لكن تحتاج إلى إيضاح ما إذا كانت تخلف متبقيات ضارة على المستهلك .

د - القصى الكيماوى : فقد استخدم مركب يثبط من وظيفة هرمونات الجوندادو تروفيين المفرزة من الغدة النخامية وهو مركب ميثالليبيور Methallibure في الماء المحتوى أسماكاً ناضجة فيؤدى إلى قمع مناسل الجنسين. وقد استخدم مع البلطي النيلي والموزامبيقي ، وقد يظف المركب العلف المضبوط فيكون أكثر كفاءة في أحواض البلطي فيزيد معدل النمو بمعدل ٢٠٠ ٪ . ويمكن عدم مداومة استخدام بل يستخدم على فترات للتأثير على النضج بطريقة اقتصادية .

هـ - انقلاب الجنس : باستخدام ميثيل تستوسترون (هرمون ذكرى أندروجيني) قد نجح مع البلطي الموزامبيقي عند معاملته في أول ٦٩ يوما من العمر ، فقد تحول ٩٥ ٪ من الإناث (وراثيا) إلى ذكور (وظيفيا) وقد تكفى المعاملة خلال أول ٣٠ - ٥٠ يوما من العمر لإحداث هذا التأثير . وقد نجحت كذلك مع النيلي باستخدام إيثيل تستوسترون أو ميثيل تستوسترون بمعدل ٣٠ ميكروجرام / جم غذاء والتغذية بمعدل ٤ ٪ من وزن الجسم لمدة ٣ أسابيع ثم في الحوض بمستوى ٣ ٪ لمدة ١٢٠ يوما انتج نسل ذكور بنسبة ٩٨ - ١٠٠ ٪ . ولم تؤثر خلاص الذى هيدروستسترون عند تغذيتها . والأسماك المعاملة بالاندروجينات تملأ معدل نمو أفضل لتأثير الهرمون على الميتايرايزم . بينما الهرمون الأنتوى في الماء يثبط النمو ويزيد النفوق بشدة ويقل نمو المناسل . والبلطي الزيلي لا يستجيب لمثيل التستوسترون بعد ٤ أسابيع أى أن كفاءة تأثير الهرمون تتأثر بعدة عوامل :

قوة الهرمون ، مدة المعاملة ، ظروف المعاملة ، نوع السمك . وترجع مزايا المعاملة الهرمونية لأنها :

تقلل أو تمنع التناسل ، لاتفقد الإناث (كما في الجنس الواحد) لأنها لاتستبعد ، نمو أفضل بـسرعة نمو الذكور ، يمكن رفع كثافة التخزين دون خشية الإزدهام من التكاثر ، لاتحتاج عمالة ، ليست مكلفة .

و - وسائل أخرى : للتحكم في التناسل ووسائل أخرى كمزارع الأقفاص حيث لاتتكاثر بعض الأنواع (النيلى ، الزيللى ، اسكولنتس، وإن تكاثر الموزامبيقى في الأقفاص في جواتيمالا) وإن تم التبويض فلا يخصب البيض وإن أخصب لاتجد الأمهات مادة صلبة تضع عليه البيض قبل التقاطة في فمها ، كما لايجد البيض رعاية من أبائه فلا تتوفر ظروف النمو الطبيعية . وإذا اتسعت فتحات شباك الأقفاص (٠.٦ سم) فلا تجد أى فقس بالفقس لأن أقصى قطر لبيض البلطى النيلى ٠.٣ سم. والملوكة بداية من ٣٠ جزء ٠.٠٠/ . تعتبر وسيلة للتحكم في تناسل البلطى النيلى .

كما أن استخدام شبك الجر في الأحواض تقلل الفقس لأنها تتلف وتدفن البيض واليرقات بتزحيفها لقاع الحوض كما تقلل الأوكسجين بتقليبها الطين عديم الأوكسجين فتموت اليرقات والبيض .

كما أن الأرضيات الخرسانية تمنع البلطى من بناء عشوشه فلا تتكاثر . وتلقيح البيض بأسبرمات مثبطة بالأشعة فوق البنفسجية تنتج كروموسومات جنس أنثوية فقط فتنشأ إناث طبيعية . وزيادة كثافة التخزين تمنع تكاثر النيلى والرنداالى وتنتج نسبة عالية من السمك القابل للتسويق في فترة بسيطة .

كما أن إزعاج السمك الذى يحضن البيض في فمه يجعله يترك الفقس ينساب من فمه فيصرف الحوض إلى حوض الفقس وتستبقى الآباء في الحوض الأول حيث يعاد ملؤه بالماء ، وتكرر كل أسبوعين مما يجعل المشيرة تحت اختبار وتمد بالفقس باستمرار وقد اتبعت هذه الوسيلة في أندونيسيا وفي مدغشقر . كما أن صدمة برد للبيض المخضب تنتج ٧٥٪ من السمك إناثا .

ويستخدم أسلوب إحداث مناعة بالجسم في تأجيل النضج الجنسي للأسماك كى لايطغى على النضج الجسمى فتفقد كمية من لحم السمك بالإضافة إلى عدم رغبة السوق في أسماك صغيرة الحجم نامضة جنسياً . ويتم تأخير النضج الجسمى بالتطعيم بناتج تجنيس المناسل أو بالأجسام المضادة ضد الخلايا الجنسية germ cells والتي تؤدي إلى قتل الخلايا المقصودة مباشرة أو بطريق غير مباشر أو بالمناعة المنشطة ضد الهرمونات الجنسية عقب إحداث تفاعلات مناعة ذاتية autoimmune reactions . فهذا أسلوب لتثبيط نمو المناسل بالمناعة المقاومة Prophylactic immunization مرغوب فيه خلاف الطرق الأخرى لتنظيم التكاثر في الأسماك من إشعاع irradiation ، تعقيم كيميائى Chemosterilization ، المعاملة بالهرمونات Hormone administration والتي تعد طرقاً غير عملية وغير اقتصادية وغير ملائمة

لاستخدامها مع أسماك المائدة . وقد تتطلب إحداث مناعة نشطة لمساعدة أحد المعاونات adjuvant لإحداث استجابة ضد هرمونية جيدة وغالبا ما يستخدم المعاون النوائى (FCA) Freund's complete adjuvant الذى يستخدم عند التطعيم عادة .

مقارنة الخصائص التناسلية للبلطى الذى يضع بيضه فى علف أو فى الفم

Substrate or Mouth brooders

واضع البيض فى الفم Sarotherodon spp.	واضع البيض فى العلف Tilapia spp.
عدد بيض صغير ، حوالى ٧٠٠ . بيض مصفر و يرتقلى ، يشبه شكل الذرة المويجة (٢.٢ x ٢م) ، ليس مغطى بالهيلاتين ، ويشكل شعاع مركزى متطور قليلا . الذكور تطور ألوانها وتهيم موطنا تبني فيه العلف . فترة ما قبل الزواج قصيرة . الذكور متعددة الزوجات Polygamous . وتستخدم العلف كمكان مؤقت للزواج وإخصاب البيض . تحتضن الإناث البيض فى الفم لمدة ٢٠ - ٣٠ يوما . تنتج مواد تناسلية قليلة ، لكن يحتوى البيض كمية كبيرة من الصفار . حيوية أكبر للصفار بسبب العناية الأبوية .	عدد بيض كبير ، حوالى ٧٠٠٠ . بيض أخضر زيتونى غامق . مصفر ورائق لينة الصفار ١,٥٠ مم فى القطر ، له طبقة لاصقة خارجية . كلا الجنسين يطوران ألوانهما ، ويميشان معا ويبنيان العلف . فترة ما قبل الزواج Pre-nuptial طويلة قد يبقى الزوجان معا ، ويكرر وضع البيض بعلاقة زوجية منفردة Monogamous (بسدون تعدد زوجات) ، ويوضع البيض بحرص . يبقى الوالدان لحراسة البيض والصفار ، تقف الصفار فى ٢ - ٣ أيام ، وتتحرك وتتعلق بفندها اللاصقة الخاصة ، الصفار تهجر الوالدين بعد ٤٥ - ٥٠ يوما . تنتج مواد تناسلية كثيرة . نفوق كثير فى مراحل التطور المبكرة ، رعاية أبوية أقل .

ملخص لبعض الصفات التتالية لبعض أنواع الباطي

السم	المر عند المنج	الطبل عند المنج	برودة جراحة البويض م	الخصوبة عدد بيض/ سنة	زينة في المنج	عدد مرات التبييض في السنة (الزراعية)	مسلة التربيع	عدائية الإبهاء
Sarotherodon andersonii أنريسوني	١٢ - ١٥ شهر		أعلى من ٢١	٤٢٠٠	١٢٠٠ - ٢٠٠٠	٧٠٠ - ٢٠٠	٢ - ٢ أسابيع	٥ أسابيع
S. aureus أوريسا	ثاني عام	١٢ - ١٥ سم		١٧٠٠ - ١٥٠٠	٢٠٠٠ - ٢٠٠٠	٢ (٩ - ٤ أسابيع)	٨ - ١٠ أيام	٨ - ١٠ - ١٠ أيام
S. esculentus اسكولنتي		أقل من ١٠ سم		١٦٠٠ - ٢٠٠	٥٠٠	٥ - ٢	٦ أيام	١٠ - ١٤ يوما ١١ - ١٠ يوما
S. galilaeus جاللي				٥٠٠٠	١٠٨٦ - ١٥٠			
S. macrochir ماكروشير	١٢ - ٨ شهر		٢٠ - ٢١	٤٠٠٠ - ٢٠٠٠	١٥٠٠ - ١٠٠٠	(٤ - ١ أسابيع)	٥ أيام	٢ - ٢ أسابيع
S. melanothoron ملونثوري		١٠ - ١٢ سم			١٥٠ - ١٠٠		١٠ - ١٠ أيام	٨ - ١٤ يوما
S. mossambicus موزمبيقي	٢ - ٢ شهر	٨ - ١٤ سم		٢٠٠٠	١٠٠ - ١٠٠	١١ - ١ (١١ - ١٣) (٤ - ٢ أسابيع)	٢ - ٢ أيام ١٠ - ١٠ يوما ٢ - ٢ أيام ١٠ - ١٠ يوما	٥ - ٨ أيام ٢٠ - ٢٠ يوما ١٠ - ١٠ يوما ١٠ - ١٠ يوما
Tilapia rendalli رندالي	٧ شهر		٢٠ أعلى من ٢٠	١٠٠٠ - ٢٠٠٠	٦٠٠ - ٢٠٠	٧ (٨ - ٤ أسابيع)	٥ أيام	٢ - ٢ أسابيع

ويحتضن سمك البلطي أوربا (الإناث) البيض في الفم ٨ - ١٠ أيام على ٢٩ ° م . وينضج البلطي النيلي في أول سنة من عمره ، وتنضج الإناث مبكرا عن الذكور ، وتختلف النسبة الجنسية في العشائر مختلفة العمر (الحجم) فقد تكون نسبة الإناث : الذكور في العمر الصغير ٢,٨ : ١ وفي العمر الأكبر ٤٧ : ١ وفي العمر (الحجم) المتوسط تكون ١ : ١ .

البلطي النيلي المنتشر في مصر يأكل الأعشاب واللحوم لكن أساسا يتغذى على الفيتو بلانكتون وقد يستعمل الطحالب الخضراء المزرقه وكذلك يتغذى على البنتوس ، وتتغذى الأسماك الناضجة منها على علف مضغوط . وتحتل حتى ٨ م^٢ لمدة ٣ - ٤ ساعات بينما ١٢ م^٢ تميئها وتعيش أطول على ١٥ م^٢ وتبيض على ٢٢ - ٢٤ م^٢ والحرارة القصوى المميئة ٤٢ م^٢ . تنمو الذكور ٢ - ٥ مرات أسرع من الإناث وتصل ١٨ - ٢٠ سم / سنة ، ١٢٠ - ٢٠٠ جم في ٤ شهور في الأقفاص . أقصى حجم يرى لها ٥٠ سم (٢,٥ كجم) وتنضج في الأحواض في ٤ - ٥ شهور (١٠ - ١٧ سم) وفي الطبيعة على ٢٠ - ٣٩ سم . تصنع ٢ - ٣ عشاش وتضع الأنثى ١٥٠ - ٢٠٠ بيضة في المرة وتضع ٣ مرات في السنة .

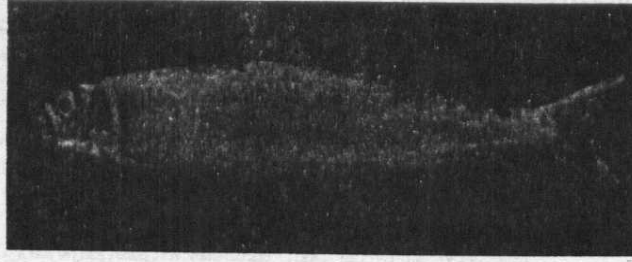
ويخزن البلطي النيلي (الأبيض) على أساس كيلو جرام واحد سمك / ٣ م^٢ كحد أقصى في المزارع غير المكثفة ، ٢٠ كجم / ٣ م^٢ في المزارع المكثفة ، ١٠ كجم / ٣ م^٢ في الأقفاص . وعموما يتوقف معدل التخزين كذلك على نوع السمك وعمره وحجمه وطريقة الزراعة . ويستزرع في مصر البلطي النيلي في مزارع الأرز والمزارع المختلطة . كما يستزرع الجاليلي والزيلى في المزارع المختلطة (مع المبروك) ، بينما يستزرع الرندالى (الجوابى) للتحكم في الحشائش والبلهارسيا . ويستخدم في التغذية الصناعية للبلطي في إنتاجه المكثف منتجات نباتية منخفضة القيمة كقشور شجر الموز والكاسافا ورجيعه الأرز وكسب البلع والفول السوداني وبنور القطن وفضلات المطاحن وقش وعصافه الأرز .

ويشكل البلطي ٤٥,٤ ٪ من إجمالي إنتاج مصر من الأسماك (عام ١٩٨٨) معظمه (٤٧,٣ ٪) من بحيرة المنزلة والذي يشكل ٨٢ ٪ من إنتاجها . وتعكس أسماك البلطي الأخضر ارتباطات موجبة بين مراحل النضج وكل من دلائل المناسل الجسمي ، وزن المناسل ، وزن وطول السمك . وأصغر حجم لنضج البلطي الأخضر هو ٩ سم للذكور و ١١ سم للإناث ، وتضع الأنثى ٢٣٥٩ بيضة كعمقياص خصوبة وتزيد مع طول ووزن وعمق السمك .

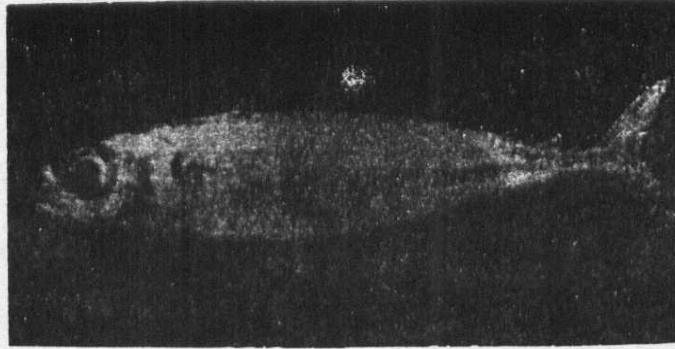
ثانياً : أسماك المياه المالحة :

أ - الأسماك العظمية :

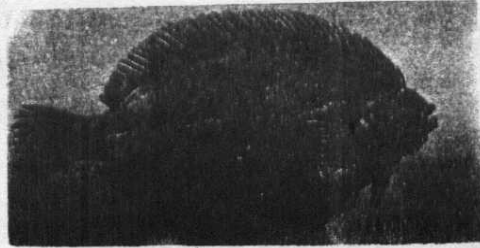
ومن عائلاتها السردين Clupidae (كالسردين المبروم Clupea sirm) ، والمكرنة Synodontidae (كالمكرنة الموسى Saurus tumbil) ، البصيلي Holacentridae (كالبصيلي الوردى Holocentrus diadema) ، موسى Soleidae (كموسى Solea bleekeri) ، والكشر Serridae (كالكشر أبو عدس Epinephalus areolatus) ، والسليخ Carangidae (وهي مجموعة أسماك البياض ومنها السليخ العادي Caranx fulvoguttatus) ، البريوني أو العنبر Mullidae (كالعنبر البلدي Mullidichthys auriflamme) ، المرجان Sparidae (منه المرجان Argyrops spinifer) ، التونة Scombridae (وتسمى بالأسماك الزرقاء ومنها البلميطه أو الشروية Euthynnus affinis) ، العربي أو البوري Mugilidae (ومنها العربي العادي Mugil waigiensis) .



موزة (من عائلة السردين) (Clupea leigoaster)



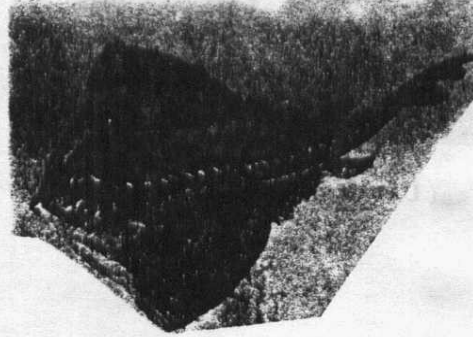
شك الزور (من عائلة التونة) (*Scomber japonicus*)



سمك موسى ليموني (*Lemon sole*)

ب - الأسماك الغضروفية :

- ١ - القروش : وهي عائلات كثيرة ومنها مايلد كالفرنكة العادية *Nebrius concolor* والقروش الثعلب *Alopias vuipinus* ومنها مايبيض كالفرنكة المخططة *Stegostoma fasciatum* . وهي من أكلات اللحوم من أسماك وقشريات وأسنانها مدببة أو مشرشرة وقد تزيد عن ٥٥ في كل فك بل منه أكل لحوم البشر كالقرش النمر *Galiocerdo cuvier* الذي يصل طوله إلى ٤٥٠ سم ويزن حوالى طنا .
- ٢ - الغضروفيات المنشارية : وفيها يمتد الجزء الأمامى من الرأس على شكل منشار قد يصل طوله إلى مترين ، وهي أسماك ولودة ويصل وزن البيضة داخل الرحم حوالى ٤,٥ كجم ، ومن أمثلتها سمك أبو منشار أو شقرة *Pristis pectinatus* .
- ٣ - الغضروفيات المحراثة : وهي عدة عائلات ومجموعة أنواع ولودة وتاكل الأسماك الصغيرة والديدان والأصداف والقشريات والجزء الأمامى من الرأس يشبه سلاح المحراث كالعراب *Rhynchobatus djiddensis* (الذى يصل طوله ٣ متر ويزن حوالى ٢٢٥ كجم) أو مستدير كالبهلول *Rhina ancylostoma* .
- ٤ - الغضروفيات القويعة : شكل جسمها قرصى مستدير وذيل شكل الكرياج ويوجد على الذيل شوكة (أو أكثر) سامة يحيط بها غشاء يحتوى على خلايا سامة كما فى عائلة الوطواط *Dasyatidae* ومن أنواعها الرقطة *Taeniura lymma* والرقيط *Taeniura grabata* والتي تتميز كذلك بأن منطقة الشوكة تفرز سائلا هلاميا غنى بالخلايا السامة التى تؤدى فى الإنسان المصاب بالتسمم إلى التشنج والقيء والرعشة .



شيبين (راية منقطة) Spotted ray

٥ - **الغضروفيات الطوربيدية** : ومنها الرعاد أو الطور بيد Torpedo panthera الذى يتميز بوجود ذرج من الغدد الكهربائية على الجانب العلوى والسفلى من الجسم لإحداث رعشة قوية عند التماس من أعلى وأسفل فى آن واحد وتستخدمها السمكة لأبعاد عدوها وكذلك فى تخدير ضحاياها من أسماك صغيرة وقشريات قبل التهامها .

ومن الأسماك الهامة التجارية بوجه عام تعرض بعضها على الصفحات التالية .

سمك الثعبان :

يتبع عائلة Anguillidae كثير الانتشار فى المياه العذبة الأوربية حيث يقضى جزءا كبيرا من حياته كحششان أصفر Yellow eel غير ناضج ، يتغذى على اللافقاريات والأسماك الصغيرة . بالنضج الجنسي يتحول لونه إلى الفضى ويتجه إلى البحر حيث يظهر تغيرات أخرى ويعزف عن الأكل قبل هجرته فى الماء العميق لآلاف الأميال عبر الاطلنطى ليضع بيضه على عمق ٣٥٠ - ٤٥٠ م فى بحر سارجاسو . وتضع الأنثى حوالى ١٠ مليون بيضة . بعد ٢,٥ سنة تظهر يرقات شفافة مبططة يحملها تيار الخليج وتسمى leptocephali وفى عمر ٣ سنوات تسمى حششان زجاجى (glass eels (elvers يتجه صاعدا إلى الأنهار لينمو إلى طور الحششان الأصفر . وتظل ذكور الحششان ٧ - ١٤ سنة فى الماء العذب ويصل طولها ٢٤ - ٥١ سم بينما الإناث تمكث ٩ - ١٩ سنة قبل أن تبدأ رحلة هجرتها ويصل طولها ٣٣ - ١٠٠ سم . وقد عاش حششان فى الأسر لمدة ٥٥ سنة . وقد عدد عالم هولندى (Liewes . 1981) مايقرب من ٥٨٠٠ مرجع تدور حول سمك الثعبان فى المجالات المختلفة والمنشورة بأربعة وثلاثين لغة مختلفة وذلك حتى عام ١٩٨٠ ، وقدم عالم هولندى (Deelder . C.L.) لهذا المؤلف بقوله : " إن سمك الثعبان أحد الحيوانات التى يهتم بها الإنسان باستمرار وذلك منذ عشرات القرون من الزمان والتى ترجع إلى عهد قدماء اليونان والرومان بل قدماء المصريين . عندما زرت مقبرة أحد الفراعنة الأوائل قرب القاهرة مازلت أتذكر خوفى عند اكتشاف ثعبان ماء - منحوت بجمال بالرسم البارز - على أحد جدران السرداب " .

والحششان جنس واحد تحته أشهر الأنواع وهى الحششان اليابانى والحششان الأوروبى

، وبعض الأنواع الغريبة الأخرى كالحششان الحمار والحششان الأسترالى وحششان المحيط

الهادى (ثنائى اللون) وغيرها . والحششان يحتمل البيئة الاستوائية والمعتدلة ويمتنع عن الأكل والنمو على درجة حرارة أقل من ١٢ ° م . ويستزرع فى أحواض خرسانية أو من الطوب ، والقاع رملى أو فى أحواض طينية . وعند توفر التغذية والماء الجيد فلا تهرب الثعابين . وأحواض الرعاية لصغار الثعابين تزود بشفاة خرسانية تعميق هروبها لأنها خفيفة الوزن ويمكنها الزحف لمسافات كبيرة على الحوائط فيمكنها الهرب خاصة فى أثناء غزارة الشتاء ، فتعمل هذه الشفاة الخرسانية على إعاقة هروبها . ونظرا لضرورة عزل الأحجام المتبينة عن بعضها فيتطلب ذلك عددا من الأحواض ، لذا عادة يكون متوسط مساحة الحوض ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ م^٢ وإن وجدت أحواض بمساحة أكبر من هكتار .

وللاستزراع يتم جمع الزريعة Seed eel من مصبات الأنهار طولها ٥ - ٦ سم ووزن ١٧ . ٠ جم في الطور الزجاجي glass eel وذلك في الفترة من أكتوبر إلى مارس في أثناء الليل . وتتغذى الأسماك ليلا بخفض جردل الأكل لقاع الحوض، وتتغذى صغار الثعابين على ديدان tubifex أو لحم المحار والقواقع المفروم أو اللحم المفروم الجيد ، ويحدد الغذاء طازجا كل ليلة حتى ٢٠ يوما ، ثم يدرج تحريك موعد الأكل إلى الصباح الباكر مع رفع جردل الغذاء لأعلى ليقترّب من تحت سطح الماء وهنا يمكن التغذية على مفروم السمك . وتتغذى الثعابين أساسا على بروتين حيواني، في بداية حياتها قد تغذى على عذاري أو شراقي دود الحرير أو على مفروم فضلات السمك (مخلفات التصنيع والسمك الصغير غير ذي القيمة الاقتصادية) Trash fish وعندما يكبر الثعبان يغذى على علف مسحوق مكون من :

مسحوق سمك أبيض	٦١ ٪
نشأ	١٤ ٪
مسحوق فول صويا منزوع الدهن	١٠ ٪
ذائبات سمك جافة	٥ ٪
فيتامينات	١ ٪
ل - ليسين	١ . ٠ ٪
د - ل - ميثيونين	١ . ٠ ٪
مواد رابطة	٢ . ٠ ٪
مضاد أكسدة	٢ . ٠ ٪

وتركيبه ٤٥ ٪ بروتين ، ١٥ ٪ رماذ ، ٢١ ٪ كربوهيدرات ، ٣ ٪ ألياف ، ٩ ٪ رطوبة . وتغطي هذه الطليقة معدل تحويل ٢,٤٥ مقارنة بالتغذية على فضلات السمك التي تغطي معدل تحويل ١٣,٥ لمدة ٩٠ يوما بداية من وزن ٤٥ جم على درجة حرارة ٩,٦ - ١٨,٦ °م .

ويمكن خلط هذا العلف المسحوق مع ٥ ٪ - ١٠ ٪ زيت كبد أسماك و ١٠ ٪ ماء لتكوين عجينة صلبة توضع في جردال التغذية للتغذية بمعدل ١ - ٣,٥ ٪ من وزن الجسم يوميا (بينما مخلفات السمك تقدم بمعدل ٥ - ١٥ ٪) ويفضل تقسيمها على وجبات تستهلك كلا منها في ٢٠ دقيقة . ويتم حصادها في الفترة من يونيو إلى سبتمبر في أثناء التغذية عندما تكون أوزانها ٥ - ٨ ثعبان في الكيلو أو ٣ - ٤ / كيلو حسب الطلب .

ورغم إنتشار الثعبان الأوربي في الشرق الأوسط والساحل الشمالي لإفريقيا ، فإن زرعته لاتتمثل درجات الحرارة العالية كما أنها معرضة لعدد من الأمراض الطفيليات . ويتم بيع زريعة الثعبان الأوربي في فرنسا وإيطاليا وإسبانيا والمغرب وبريطانيا والظبيين وأندونيسيا .

ويعد إنتشار السدود التي قللت من انتشار الحنشان في أوروبا ، تم استزاعه في أحواض ماء عذب مدفاة وتغذيته على علائق صناعية فثبت نجاحه اقتصاديا وبيئيا . وأنواع ثعبان السمك المختلفة متشابهة في الشكل والنمو والسلوك ، وتحتمل البعد عن الماء لمدة ١ - ٢ يوم لذلك تنقل حية في صناديق خشب لتربيتها في المزارع المنتشرة والمكثفة . وتنتج اليابان معظم حنشانها من المزارع الحديثة ٢٧ ألف طن عام ١٩٧٧ مقابل ألفي طن من المصايد الطبيعية لنفس العام . ويقام مزارع اليابان على أساس صهاريج من الفليل أو بجدران خرسانية وقاع من التربة أو حتى حفر أحواض في تربة تقليدية ، وتسخن مياه الصهاريج خاصة لصغار الثعابين لتحفظ على ٢٥ - ٢٨ °م ، ويكون مكان التغذية ثابتا على جانب الصهرج ويغطى بسقيفة من الخشب لتتغذى الثعابين في ظروف مظلمة لأنها ليلية النشاط . والغذاء معجون ويحتوى ٥٥ - ٤٥ ٪ بروتين (يقل بزيادة العمر) و ٣٪ دهن وأقل من ١٧ ٪ رماد وأقل من ٨٪ ألياف (أقل من ١ ٪ للبالغه) مع ٥٠ ٪ كالسيوم و ١٠٥ ٪ فوسفات . ويقدم الغذاء بنسبة ٢ - ٦ ٪ من وزن الجسم يوميا حتى وزن جسم ٤٠ جم ثم ١ - ٣ ٪ بعد ذلك .

وتجمع صغار الحنشان elvers من المصبات بشبكة سعة فتحاتها ٠,٧ - ١,٠ مم في نهاية الخريف إلى الشتاء بالإضاءة ليلا . وتغمر الزريعة في محلول مضاد للبكتيريا قبل نقلها إلى المزرعة . وتمنع عن التغذية أول ثلاثة أيام من وصولها المزرعة . ويتم التغذية على مرتين في اليوم في فترة ٢ - ٤ أسابيع الأولى في الصباح المبكر وفي المساء (ثم يزحزح تدريجيا وقت التغذية إلى وقت النهار) . بواسطة إضاءة لمبة خافتة الإضاءة . ولابد أن يكون الطعام طريا عجينا . وتخزن الزريعة بكثافة ٥٠ - ٣٠٠ جم / م^٢ وإذا كانت ظروف الصهرج جيدة جدا يمكن أن ترتفع كثافة التخزين إلى ٦٠٠ - ١٢٠٠ جم / م^٢ . ويجرى التصنيف لأحجام الحنشان بتصفية الصهرج خلال أنبوية الصرف التي عليها شبكة لجمع الثعابين وتصنيفها ونقلها إلى صهاريج أخرى للتغذية مرة واحدة يوميا بمعدل ١ - ٣ ٪ من وزن الجسم وتكون كثافة التخزين للثعابين وزن ١٠ جم حوالي ٣ - ٦ كجم / م^٢ . والثعابين سريعة النمو تصل إلى حجم التسويق بعد ٥ شهور .

أسماء المبروك :

وهي تنتمي لعائلة Cyprinidae والمبروك العادي وهي أكثر الأسماك تأقلا بين أسماك المزارع ، إذ يمكن تربيتها في الماء الجاري والراكد وفي الأقفاص والبحيرات في المناطق المعتدلة الباردة وحتى المناطق الاستوائية ، إلا أنه لا يقوى على الماء المالح . وهو أكل للحشائش واللحوم وتساعد أسنانه المرئية على تقطيع معظم الأغذية الباغية ميكانيكا . وهو محول كفاء للغذاء .

أفضل حرارة لنموه وتناسله ٢٠ °م أي أنه يقسم كنوع من أنواع أسماك الماء الدافئ . ويبلغ حجم التسويق في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية في سنته الأولى ، بينما في المناطق المعتدلة يلزم نموه ٢ - ٣ سنوات حتى يصل وزن الكيلو جرام . يمكن للإناث تامة النمو أن تضع مليون بيضة في موسم واحد ، وفي المناطق المعتدلة قد تضع مرة واحدة بينما في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية تضع عدة مرات في

السنة . وتبلغ حجم البويضة القابلة للتطعيم حتى ١ مم قطر .

ويبلغ عدد البيض / كيلو جرام وزن جسم ١٥٠ ألف - ٢٠٠ ألف بخصوبة ٦٠ - ٧٠ ٪ ، وقد تصل نسبة النفوق حتى المرحلة الجنينية مايزيد عن ٨٠ ٪ في المناطق الاستوائية وذلك لمخاطر الفطريات المائية والقشريات والأسماك والطيور آكلة اللحوم مع وفرة العوامل الجوية غير الملائمة كالرياح القوية والبرد المفاجيء . وقد اقترح أن تنمو حتى عمر عام حوالى ٠.٠١ ٪ فقط من البيض الموضوع في ماء طيبى . وتحت ظروف الأحواض أو إذا كانت المياه مناسبة للتكاثر والرعاية فإن نسبة الحيوية تكون أفضل وتعتبر نسبة ٥ ٪ من البيض نسبة مقبولة (محسوبة لكل كيلو وزن جسم في الإناث) للوصول لمرحلة عمر عام Summerling stage .

إلا أنه يمكن خفض نسبة النفوق بشدة إلى ٥ - ١٠ ٪ فقط إذا أخذت احتياطات الحماية تحت ظروف الإنتاج المكثف وذلك في المفرخات وفي التحضين بعد الفقس . ويعد هذه المرحلة وبالرعاية المعتنى بها في الأحواض تصل نسبة الحيوية ٣٠ - ٦٠ ٪ في أحواض الرعاية حتى عمر شهر ، ثم ٧٠ - ٨٠ ٪ من الفقس الأول هذا . ويمكن أن تستمر في أحواض الفقس المتقدم حتى تصل إلى الصيف عمر عام Summerlings .

وتنضج الذكور جنسيا مبكرا عن الإناث بمعدل ١ - ٢ سنة . وهناك ارتباط هام بين درجة الحرارة ومعدل النضج الجنسي وعليه تنضج الإناث تحت الظروف الاستوائية في أول سنة ، وتحت الظروف شبه الاستوائية في ثانى عام ، وفي جنوب أوروبا في ثالث عام إلى رابع عام ، وفي وسط أوروبا ٤ - ٥ سنوات وفي شمال أوروبا يحتاج النضج الجنسي في الإناث ٥ سنوات أو أكثر .

وهناك علاقة ما بين القصب وحجم الجسم فالأسماك الأكبر حجما تنتج نسبة عالية من البيض إلى وزن الجسم عنها في الإناث الصغيرة . علما بأن الإناث في المناطق المعتدلة تنمو جسميا بشدة قبل بلوغها جنسيا ، وعليه تكون أحجامها كبيرة وعدد بيضها أكبر والعكس في أسماك المناطق الحارة . علاقة حجم الجسم وعدد البيض في الإناث الناضجة:

حجم الإناث (سم)	عدد البيض (بالآلاف)
٢٠ - ١٥	١٣
٣٥ - ٣٠	١٢٨
٦٥ - ٦٠	١٥٠٧

إذا كانت الظروف مواتية لوضع البيض، فيمكن لذكر وضع سائله المنوي كل ٨ أيام والأنثى كل ٢٥ يوما لعدة مرات. وهذه الظروف هي حرارة ١٨ - ٢٢ °م، أوكسجين ذائب، غذاء، فرش لوضع البيض من النباتات حديثة الحش، ضخالة الماء.

ويضع المبروك في جماعات كل ٢ - ٤ إناث مع ٨ - ١٠ ذكور، يوضعون معا كمجموعة بانسياب البيض والسائل المنوي إلى الماء في تزامن واحد بتوحيد توقيت الوضع في الذكور والإناث معا في نفس الوقت، ويؤثر على تنفس الأجنة كل من الحرارة والأوكسجين والإمداد بالماء وظروف الإضاءة والتغذية والتسميد الأزوتي.

والمبروك يعتبر أساسا من أنواع أسماك الماء الدافئ، وتتحكم درجة حرارة الماء في معدل ميتابوليزمه وتكاثره. ويتطلب طاقة لإكمال دورة تبويضه ٢٥٠٠ درجة أيام Degree days تقريبا (عدد الأيام × درجة الحرارة) في الموسم. وهناك علاقة بين درجات حرارة الماء وعدد أيام التحضين كالآتي:

درجة الحرارة °م	عدد أيام التحضين
١٥	٦
٢٠	٤,٢
٢٥	٣
٣٠	١,٢

وبعد ٢ - ٣ أيام من الفقس يستهلك كيس المح وتبدأ الزريعة في التغذية على الكائنات الحية الحيوانية الدقيقة كالدافنيا (براغيث الماء) وبعض الحيوانات المائية الدقيقة الأخرى لمدة ٧ - ١٠ أيام، ثم تغذى على غذاء مطحون. وتخزن في أحواض النمو بكثافة ٨٠ - ١٢٠ جم أو ٠,٥ - ١,٠ سمكة / م^٢ في أحواض الماء الساكن، وإذا توفر تيار ماء جارى للحوض فيتم التخزين بكثافة ١ كجم / م^٢، وفي أحواض الري بمعدل ١٠٠,٠٠٠ أصبعية (١ جم) / هكتار مع التغذية المكثفة الصناعية على حبيبات ٥ - ١٠ مرات يوميا. وقد تزيد عدد مرات التغذية (١٥ - ٢٠ مرة) مع الإضاءة الصناعية والمياه الجارية لينتج المتر المربع بهذه الطريقة ١٠٠ - ٢٠٠ كجم.

ومن أشهر أنواع المبروك انتشارا المبروك العادي Cyprinus (mirror carp) Common carp L. الذي يميز عن باقي أنواع المبروك بأربعة زوائد ذقنية Barbels على الشفة العليا. الأماميتان صغيرتان وبعيقتان والمؤخرتان طويلتان سميكتان. وظهره بني مخضر ويطنه بيضاء مصفرة. منه في الشرق الأقصى ألوان برتقالية وصفراء وبيضاء. وقد يصل ١٠٠ سم طول ووزن ٣٠ كيلو جرام. ويضع بيضه في آخر الربيع عندما تكون حرارة الماء على الأقل ١٨ - ٢٠ °م. والنمو الأمثل يتوقف على حرارة

الصيف وينخفض نموه بانخفاض الحرارة عن ١٣ °م ويوقف عن التغذية بانخفاض الحرارة عن ٥ °م . ويمكن تتبع نموه بوضوح من القشور التي تستخدم في تحديد العمر بطريقة قياس القشور Scalimetric method . ويفضل المبروك الماء الضحل الدافئ الساكن الغني بالطحالب . والمبروك المادى من متنوعات التغذية omnivorous إذ يأكل الكائنات العالقة والكائنات الحيوانية الحية قرب الضفاف وعلى القاع . ويمكن تسميتها على حسب بقاوية ونجيلية أو غذاء مركز جاف .

ويتنفي توفر عدة شروط في سمك المائدة منها :

١ - مراعاة الوزن الذى يتطلبه السوق المحلية في السمك وهو ١ - ١,٥ كجم في وسط أوروبا ، ٥٠٠ - ٧٥٠ جم في إسرائيل ، ٧٥ - ١٠٠ جم في أنتونيسيا .

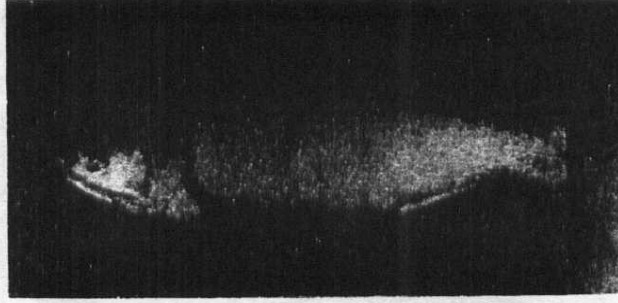
٢ - أن يكون لحم السمك متماسكا وغير زائد الدهن ، والرأس صغيرة ، وقليل العظم ، والمتاسل صغيرة (أقل من ١٠ ٪ من الجسم) ، ويفضل زيادة ارتفاع الجسم بالنسبة لطول الجسم .

٣ - بعض المناطق تفضل السمك ذا القشور (المبروك قد يحتوى قشور أو تكون القشور قليلة ومبعثرة مع صف واحد ظهري أو تكون في صف واحد فقط أو يكون جديا أى عاريا عديم القشور).

وعليه ففي تربية المبروك يفضل الوصول لوزن التسويق قبل بلوغ النضج الجنسي ، والنمو السريع ينتج من الغذاء الطبيعي والصناعي ويميل إلى خفض الأجزاء غير المأكولة كالرأس والهيكلي بينما ينتج عظاماً دقيقة قصيرة ، مع مقاومة الأمراض والأسباب الأخرى لضعف السمك كالتلوث والنقل والتشيتية ، وعادة الأياء الجيدة تعطى فقس سريع النمو . والمبروك ذو القشور والمبروك اللامع كلاهما سريع النمو عالى الحيوية وأكثر مقاومة للأمراض وعديم التشوهات عن المبروك ذو صف واحد من القشور أو المبروك العارى من القشور .

وقد دخل المبروك العادى في عهد الرومان من أنهار البحر الأسود إلى زراعة الأحواض ، ومنه سلالات أخرى كالمبروك اللامع Mirror carp ذو القشور الكبيرة بطول الخط الظهرى والجانبى ، وكذلك المبروك الجلدى Leather carp الذى يفتقد القشور ، ومبروك الكوى Koi carp (سلالة يابانية ملونة لأحواض الزينة) .

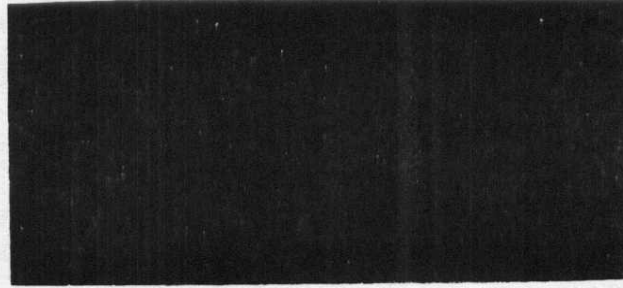
أما المبروك الفضى Silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) : فيتمتع نفس العائلة Cyprinidae وهو من أسماك المياه العذبة التى موطنها الأصلي كذلك الصين (كالمبروك العادى وذو الرأس الكبير وأكل الطحالب) . وقد وقع الاختيار على المبروك الفضى لإخفائه إلى بحيرة السد المالى كإضافة جديدة لمصادر الثروة السمكية بها . ويصل أقصى حجم للمبروك الفضى ١٦٠ سم طول قياسى و ٣٠ كجم وزن جسم ولونه فضى ويتكاثر فى الطبيعة ٢ - ٥ مرات فى السنة من يونيو إلى أغسطس على درجة حرارة مياه ١٨ - ٢٤ °م ، ويحتاج للفقس مدة ٥٠ - ١٥٠ ساعة على درجة حرارة ٢٠ - ٣٠ °م . وهو أكل بلانكتون نباتى .



مـبروك فضى

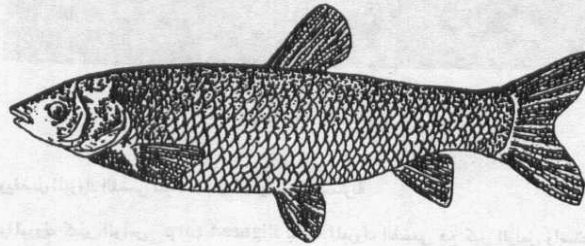
ويفضل المبروك الفضى المياه الساكنة متوسطة الخصوبة .

والمبروك كبير الرأس Bighead carp يشبه المبروك الفضى مع كبر الرأس واستدارة البطن ولونه أغمق ويميل للاصفرار مع وجود بقع أغمق ، ويعيش على البلانكتون الحيوانى أساسا بجانب الهوائيم النباتية . وهو ينتمى كذلك للمبروك الصينى ولعائلة Cyprinidae وقد يطلق عليه المبروك الرخامى Marble Carp .

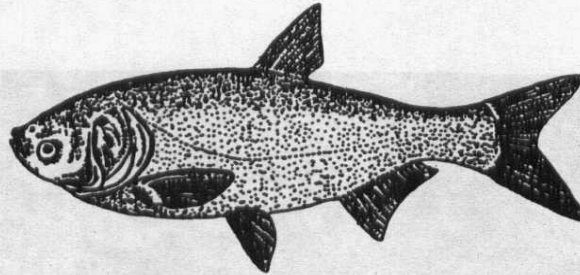


المبروك كبير الرأس Hypophthalmichthys (Aristichthys) nobilis Richard

ومبروك الحشائش Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) مبروك صيني يتبع عائلة Cyprinidae طويل الجسم (أقصى طول قياسى ١٢٠ سم) كبير القشور وقصير الزعانف القوية ويصل وزنه حتى ٥٠ كجم ويتغذى على الحشائش والنباتات المائية الراقية والطحالب . لون الجسم مصفر إلى رمادى غامق ببريق فضى . وتقوم وزارة الري بتفريخة بغرض تطهير قنوات الري والصرف من الحشائش بأسلوب المقاومة البيولوجية . ولهذا الغرض انتشر المبروك هذا من مصدره الأصيل فى أنهار الصين إلى أنحاء العالم حوالى عام ١٩٦٠ ، ويستغل فى المزارع المختلطة كمحول لبقايا النباتات ومتحكم فى ومنظم للحشائش .



مبروك الحشائش (*Ctenopharyngodon idella*)



المبروك الفضى (*Hypophthalmichthys molitrix*)

ويؤثر نوع وكمية التغذية على التناسل من حيث إن نوع الحشائش يؤثر على حجم الميايض فالتغذية ترتبط إيجابياً بالإنتاجية وتخفيض مستوى التغذية يؤدي إلى خفض كمية النواتج الجنسية.

ورغم أن تقلبات درجات الحرارة لا تؤثر على السمك فإنها تضطرب معها بشده نمو ونضج المناسل gonads، كما أن تقلبات الأوكسجين المستمرة يمكن أن تثبط النضج.

ومبروك الحشائش في المناطق شبة الحارة موسمي التكاثر، ويتميز النضج الجنسي بمظاهر الجنس الثانوية كخشونة الزعانف الصدرية للذكور بينما الإناث تتميز ببطن طرية ممتدة واحمرار حول الفتحة التناسلية. وإن كان الاختيار العملي لنضج الذكر هو إنزال المنى. وفي الزراعة المكثفة لمبروك الحشائش تدخل الأسماك في التناسل باستخدام الهرمونات. ويدخل موسم التكاثر بحسب بدرجات - يوم (١٣٥٠ - ١٤٥٠ °F) أو بدرجات الحرارة الفسيولوجية (٩٥٠ - ١١١٠ °F) .

عرُفت درجات يوم [°D] day degrees بأنها مجموع متوسط درجة الحرارة الفسيولوجية Physiological temperature degrees كـمجموع متوسط درجات حرارة الماء اليومية بالدرجات المنوية مصححة للقيمة الميتابوليزمية المعاييرة على ٢٠ °م حيث $PT = \sum T/q$

حيث (q) عامل تصحيح يعتمد على المنحنى الطبيعي (Ege & Krogh 1914).

جدول بقيم عامل التصحيح (q) لضبط قيم الميتابوليزم على ٢٠ °م طبقاً للمنحنى الطبيعي (Ege & Krogh, 1914).

درجة الحرارة °م	معامل التصحيح	درجة الحرارة °م	معامل التصحيح
٥	٥,١٩	١٨	١,٢٠
٦	٤,٥٥	١٩	١,٠٩
٧	٣,٩٨	٢٠	١,٠٠
٨	٣,٤٨	٢١	٠,٩٢٠
٩	٣,٠٥	٢٢	٠,٨٤٧
١٠	٢,٦٧	٢٣	٠,٧٧٩
١١	٢,٤٠	٢٤	٠,٧١٧
١٢	٢,١٦	٢٥	٠,٦٥٩
١٣	١,٩٤	٢٦	٠,٦٠٩
١٤	١,٧٤	٢٧	٠,٥٣٦
١٥	١,٥٧	٢٨	٠,٥٢٠
١٦	١,٤٣	٢٩	٠,٤٨١
١٧	١,٣١		

وقد وجد أن درجة الحرارة الفسيولوجية الصالحة للتنبؤ بالتبويض الصناعي لمبروك الحشائش في مصر ٩٥٠ °ف. وينقسم موسم التكاثر إلى ٣ مراحل بداية وقمة ونهاية الموسم. وفي نهاية الموسم يكون البيض زاد نضجه Overmaturation فتتخفض قدرته على أن يخصب fertilisability وذلك للعمليات غير العكسية لامتناس البويضات أو ما يعرف بزيادة نضجها. خصوبة أو إنتاج fecundity لمبروك الحشائش عالية جدا فالخصوبة أو الإنتاجية العاملة relative working fecundity لأي عدد البيض. نتحصل عليه لأغراض تربية السمك يتراوح ما بين عشرات ٧٧١- إلى ٢ مليون بيضة / أنثى. الإنتاجية العاملة النسبية relative working fecundity أي البيض. كجم وزن جسم تتوقف على عوامل. منها: إدخال تكنيك التربية، ظروف التغذية، حمل التناسل الصناعي، ذليل وزن وعمر الإناث والإنتاجية العاملة النسبية لصغار الإناث كانت أعلى منها لكبار الإناث وكذلك السمك ذي الوزن الواحد لكن مختلف الأعمار ينتج أحجاما متباينة من البيض. ففي مصر وجد أن حجم البيض ينخفض من ٩٠٠ - ١٠٠٠ بيضة / جم بزره بيض سمك Spawn إلى ٧٥٠ - ٨٥٠ بعد شهر من البداية ربما لأن النمو الثاني للبويضات بتكوين الصفار خارج الخلايا لم يكتمل لكل البيض في بداية الموسم.

تؤدي المعاملة الهرمونية إلى زيادة معنوية في إنتاج السائل المنوي من ١ - ٩ مل إلى ٥ - ٥٥ مل طبقا لطبيعة المستحضر الذي يحقن وكذا للجرعة. يستخدم لحقن مبروك الحشائش غدد نخامية من المبروك العادي ومن أنواع سمكية أخرى بنجاح. وعادة تحقن على مرتين الأولى مبدئية (١/٩ - ١/١٠ الجرعة الكلية) وبعد مدة ٣ - ٢٤ ساعة باقى الجرعة، والجرعة الكلية تتراوح ما بين ٢ - ٧ مجم / كجم وزن جسم.

وينتشر في أمريكا حقن مبروك الحشائش لإدخاله في موسم تناسل صناعي بمستخلص النخامية مع جوناوتروبيين مثبمة الإنسان (HCG) بجرعة تتراوح ما بين ٤٥ - ٤٤٠ وحدة دولية HCG / كجم وزن جسم كجرعة أولى يليها بمدة ١٢ - ٢٤ ساعة ٢٨٢ - ٢٢٠٠ وحدة دولية جرعة ثانية ثم ٣ - ٢٤ ساعة بجرعة ثالثة لكن من مستخلص النخامية ٢.٢ - ١١ مجم / كجم. والصين يستخدم شبيه الهرمون المحرر لهرمون الجسم الأصفر LH-RH بجرعة ٥ - ١٠ ميكروجرام / كجم جرعة واحدة. ويستخدم الهرمون المخلق صناعيا كذلك في تشيكوسلوفاكيا. ووجد أن ٢٠٠ ميكروجرام تعطى تبويضاً أفضل من ٥٠ ميكروجرام / كجم في جرعتين بينها ٨ ساعات. وغالبا تخدر الأسماك قبل كل حقنة هرمونات، وبعد آخر حقنة تخطط الفتحة التناسلية للإناث لمنع انزلاق البيض في غير الوقت المناسب. والفترة اللازمة للتبويض بعد حقن الأسماك العظمية تعتمد على جرعة ونوع الهرمون ووقت الحقن والموسم وضغوط معاملة السمك والعوامل البيئية مثل فترة الإضاءة Photoperiod والملوحة ووجود الغذاء، وفي مبروك الحشائش وجد أن هذه الفترة تنخفض بارتفاع درجة حرارة الماء. ولأن بيض مبروك الحشائش لا يلتصق فيمكن التبويض في أحواض فيبر جلاس أو خرسانة.

في ظرف ١٠ ق بعد وضع البيض في الماء يبدأ تفاعل القشرة مؤدية إلى احتقان البيض من قطر ١.١ - ١.٤ مم إلى ٤.٢ - ٥.٤ مم بعد ٢ - ٣ ساعات من التحضين (٦٠ - ٧٠ مرة ضعف حجم البيض

الأصلى) . ويجب حفظ البيض معلقاً في الماء بواسطة انديفاع الماء الغنى بالأوكسجين لأعلى . ويزال البيض الميت بواسطة السيْفون Siphoning .

وتتوقف فترة الحضانة (١٩ - ٦٠ ساعة) على درجة حرارة الماء (٣١ - ١٧ °م) . وتتراوح نسبة الفقس ما بين ١٥ - ٤٥ ٪ . وعادة تجرى معاملات على البيض بالفورمالين ٠.١ مل / لتر مرتين ثم محلول ثانين ٠.٥ - ٠.٨ جم / لتر مرة مع الحذر لأن هاتين المعاملتين ربما تؤديان إلى تأخير الفقس نتيجة التأثير على إنزيم ذويان قشرة البيض .

الغذاء الطبيعي عادة لا يكفي للتنازل المرضي ، لذا ينبغي إضافة غذاء عالي الجودة ، سواء كان علفا أخضر فقط أو علفا أخضر مع علف مضغوط غني بالبروتين . علما بأن زيادة التغذية على علائق مضغوطة (محببة pelleted) تؤدي إلى مشاكل هضمية وذلك من ملاحظات عملية في مزارع روسية وأسكتلندية . وفي مصر يقدم العلف المحبب (٢٠ - ٤٠ ٪ بروتين) مع علف أخضر مثل الذرة أو البرسيم مع ضبط كمية العلف الأخضر حسب الشهية . ويجب تجنب الدهن في العلف المحبب كما هو مع أسماك الأخرى ، من Cyprinids لأنها ترسب دهن في منطقة البطن مما يعوق نمو المناسل . وفي التغذية المختلطة لمبرك الحشائش فيفضل إضافة ٢٪ من وزن السمك علفا أخضر بجانب الغذاء المحبب ، أما إذا كانت التغذية خضراء فقط فتكون بنسبة ٤٠ ٪ يوميا من الوزن للسمك .

وأفضل وزن للسمك لوضع البيض ٤ - ٦ كجم لصموية التعامل مع الأسماك الأكبر حجما وإكبر احتياجاتها الهرمونية .

وقد أمكن الحصول على نتائج جيدة بتغذية مبروك الحشائش على علائق تحتوي ٤٦٥٧ كيلو كالورى / كجم مادة جافة . وقد تحتوى أسماك مبروك الحشائش على مستويات أكبر من الإنزيمات المسطة للكربوهيدرات منها في أكلات اللحوم . والأسماك الكبيرة من مبروك الحشائش تحتوى فلوورا ميكروبية في الأمعاء تمكن من تخليق الأحماض الأمينية والبيبتيدات من ألياف الطليقة .

ونظرا لوجود زريعة مبروك الحشائش في وسط غنى بالنباتات والبكتيريا فإن محتواه من الأوكسجين قليل لذلك فتتطلب فسيولوجيا بحيث ٠.١ جم فقس يحتمل حتى ٤٤ - ٥٧ . مجم أوكسجين / لتر كفى التغذية الصناعية فإن التغذية تقل حوالى ٤٥ ٪ عند انخفاض الأوكسجين عن ٤ مجم / لتر . وزيادة ثانی أكسيد الكربون عن ٥٠ - ٨٠ مجم / لتر على ١٠ - ٣٠ م تزد الحاجة للأوكسجين .

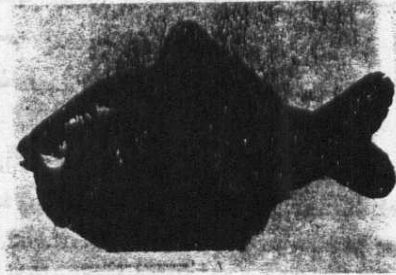
ورغم أن مبروك الحشائش من أسماك الماء العذب فإنه يحتمل حتى ١٤ ٪ / ملوحة .

والى المبروك الصينى ينتمى كذلك مبروك الطين (Mud carp (*Girrinus molitorella* والمبروك الاسود (Black carp (*Mylopharyngodon piceus* . وأسماك مبروك كروسيان (*Carassius auratus*) Crucian carp من مبروك آسيا (يابانى) الأكل للبلاكتون النباتى كالمبروك الفضى . ويطلق عليه بالسمك الذهبى Goldfish ويصل طوله ٤٥ سم ووزنه ٢ كجم . قشور الغط الجانبى أقل من نوع مبروك كروسيان

آخر *Carassius carassius* الذي له نفس طول السمك الذهبي لكنه أثقل (٣,٤ كجم) وهذا الأخير أقل وزناً من المبروك العادي ويوجد في البرك الطينية ويحتمل التلوث ونقص الأوكسجين في البرد القارس ويضع بيضه في مايو - يونية بعدد ١٥٠ - ٢٠٠ ألف بيضة حمراء شاحبة .



سمك ذهبي (*Carassius auratus*) Goldfish



مبروك كروسيان (*Carassius carassius*) Crucian carp

أما المبروك الهندي فمئة أنواع رئيسية هي :

كاتلا (Catla (Catla catla

روميرو (Rohu (Labeo rohita

مريجال (Mrigal (Cirrhinus rohita

وتزرع في مزارع مختلطة الا انه لايتكاثر في الحبس صناعيا لذلك لابد من جمع البيض من أراضي التبويض الطبيعية . والمبروك الهندي غير معروف الكثير عن عاداته واحتياجاته الغذائية وان أعطى انتاجا يبلغ ٧ - ٩ طن / هكتار من المزارع المختلطة من المبرك الهندي والصيني معا أو ٣ طن / هكتار في المزارع ذات الانتاج المكثف من المبروك الهندي بمفرده .

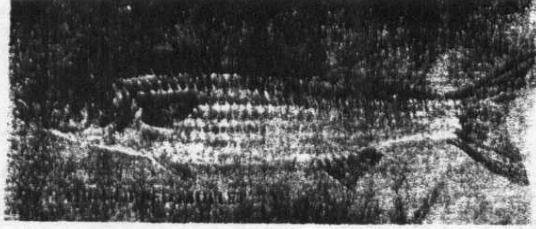
أسماك البوري Mulletts :

البوري من عائلة Mugilidae من الأسماك البحرية التي تدخل الماء الأسن وحتى الأنهار وتنتشر في المحيط الهندي في اليابان والفلبين وأستراليا وفي البحر المتوسط . وأمكن تربية البوري في أحواض ومع أنواع أخرى في الماء الأسن في إسرائيل والهند والصين وهونج كونج وماواي . ففي إسرائيل يربي مع المبروك والبطل في ماء قليل الملوحة . ولا يتكاثر البوري في الماء العذب بل يضع بيضه في البحر وإن أمكن تبويضه صناعيا في إسرائيل وغيرها إلا أن الفقس مات عقب فقسه . لذلك تجمع الفقس من المفرخات الطبيعية لها في البحر وتنقل للأحواض لتربيتها ١ - ٢ سنة على طور واحد أو في طورين (الأول ٦ - ٧ أسابيع حتى مرحلة الأصبعيات) .

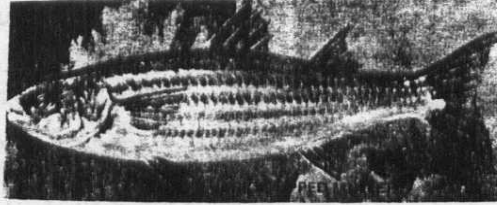
لما كانت أسماك البوري تتحمل مدى ملوحة (صفر - ٢٨ جزء في الألف) ومدى حرارة (٣ - ٣٥ م°) واسع ، لذلك تنتشر أسماك العائلة البورية في المياه الضحلة القريبة من شواطئ معظم المحيطات . كما تنتشر في الماء الشروب والعذب لفترات ما . وأشهر أنواع البوري في العالم:

- ١ - بوري مخطط (Striped mullet (M. cephalus (بوري)
- ٢ - بوري ذهبي (Golden mullet (M. auratus (ذهبان) (هليلي)
- ٣ - بوري نوشة رفيعة (Thinlipped mullet (M. capito (طوبار)
- ٤ - بوري نوشة غليظة (Thicklipped mullet (M. labrosus (جاش - فجار)
- ٥ - بوري رمادي (Grey mullet (M. dabao
- ٦ - بوري نو أنف حاد (Sharphnose mullet (M. saliens (جرانة)

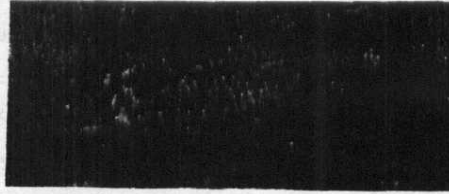
وأكثر الأنواع انتشارا في مصايد العالم هو البوري المخطط ، ويعتبر البوري من أسماك حوض البحر المتوسط ، وتتغذى على الطحالب والقشريات ، ويتم تقييدها طبيعيا في الربيع في المياه الضحلة ، فتضع الأم الواحدة حوالي ٥ - ٧ مليون بيضة .



بورى بشفة رفيعة (*Liza ramada*) (طوبار)

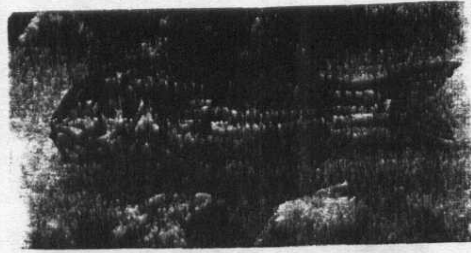


بورى بشفة غليظة (*Crenimugil labrosus*)
(جباش - فحار)



بورى ذهبي (*Liza aurata*)
(دهبان - هليلي)

والبورى غليظ الشفة ورقيق الشفة والدجبان ثلاثة أنواع للبورى الرمادى Grey mullet ، تتغذى على النباتات وكذلك اللافقاريات . ويزيادة ملحوظة الماء يزداد المصايد من البورى الرمادى ، وتصاد الاسماك الاكبر من المناطق الاعماق . وتتواجد بنسبة جنسية ١ : ٠,٩٥ إناث : ذكور . وتبلغ الذكور عند طول ٢٤ سم والإناث عند ٣١,٥ سم وموسم وضع البيض الأساسى ما بين يناير ومايو . وتختلف الخصوبة ما بين ٠,٤٥ و ٤,٢ مليون فى الاسماك أطوال ٣٢ - ٥٦ سم ووزن ٠,٧ - ٢,٢ كجم ، وترتبط الخصوبة بطول الجسم ووزن المناسل .



البربوني (البوري الأحمر أو المخطط) (*Mullus surmuletus*)

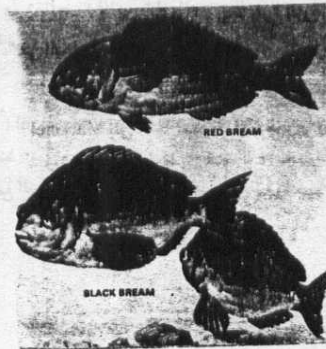
ومن البري نوع أحمر لونه وردي محمر ، وهو سمك بحري له شرائط صفراء على الجانبين وله زوج من الزوائد أسفل الفك السفلي طويلة ومتحركة لتتحسس بها اللافقاريات على قاع البحر .

أسماء الشلبة Brems :

ومنهم الشلبة *Abramis brama* والشلبة الفضية *Blicca bjoernka* والشلبة الحمراء *Pagellus bogaraveo* والشلبة السوداء *Spondyliotoma cantharus* ، أما شلبة البحر الأحمر *Pagrus major* (Red sea bream) فتسمى في اليابان " ملك المحيط " لشكلة القوي وبريقه القرنفلي وجودة طعمه .

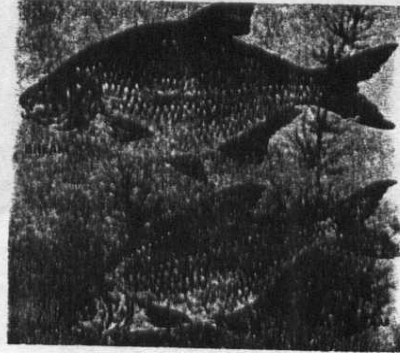
فيصل طول شلبة البحر الأحمر ١٢٠ سم ووزن ١٣ كجم ولونه أحمر وردي لامع ، ومن الجهة البطنية

شلبة حمراء



شلبة سوداء

شلية



شلية فضية

تكون ظلاله بيضاء مع وجود حدادة سوداء خلف الغطاء الخيشومي والزعنفة الصدرية ونهاية الزعنفة الذيلية مع انتشار نقط زرقاء على الجسم عدا البطن ، وهي سمكة آكلة لحوم قاعية المعيشة ، وتتغذى صغارها على الهوائيم الحيوانية كاليرقات والطور البالغ للقشريات Copepods وعندما تكون يافعة تتغذى على الكائنات الحيوانية القاعية كالجمبري والكابوريا والأصداف والأسماك قاعية المعيشة . ويتم استزراعها بعد الحصول على الزريعة من المصادر الطبيعية وكذلك من المفرخات الصناعية التي انتشرت في اليابان وتوزع زريعتها على المصادر الطبيعية بالبحر لزيادة المخزون السمكي . ويتوقف إنتاج زريعة شلية البحر الأحمر على وفرة الروتيفيرا Rotifer فالزريعة الواحدة بطول ١٠ مم تحتاج ٤٠ ألف روتيفيرا . وبعد بلوغ الزريعة طول ٨ - ١٣ مم يمكن نقلها إلى الأقفاص الشبكية العائمة في البحار أو أحواض بها ماء بحر .

أسماك الماكريل :

ينتمي الماكريل (Mackerel (Scomber scombrus إلى عائلة أسماك الأسقمري وهو معروف جيدا في المحيط الأطلسي ومياه البحر المتوسط . ويتغذى الماكريل على القشريات المجهرية والأسماك اليرقية ويتكاثر من الربيع إلى سبتمبر ، ويتم وضع البيض عدة مرات بإجمالي مليون بيضة مجهرية .



ماكريل

وهناك مئات الأنواع السمكية التي لا يمكن أن يكفى كتاب واحد لوصفها والكلام عليها ، لذا يكتفى بالأنواع سابقة الذكر .

الباب الثاني
الاستزراع وأنواعه ومتطلباته

الفصل الأول تقديم لأنواع المزارع

الغرض من المزارع وضرورتها :

الزراعة المائية Aquaculture تعنى بإنتاج الأسماك والرخويات والقشريات والطحالب (الأعشاب أو الحشائش) المائية وبيرومانيات وحيوانات مائية مختلفة . وينتج العالم النامي من الزراعة المائية أسماكاً أكثر بينما تنتج الشعوب المتقدمة رخويات وقشريات وأعشاباً بحرية أكثر من إنتاجها لأسماك المزارع. وتعتبر الرخويات والقشريات مصدر دخل عملة صعبة لبعض الدول النامية . وتقع مصر في المرتبة الحادية عشر بين الدول النامية من حيث إنتاجيتها من الزراعة المائية .

وتستخدم الطحالب الكبيرة أو الحشائش البحرية في اليابان والصين وكوريا واليابان والفلبين وتايلاند وتشاد والمكسيك وشيلي والنرويج إما للتغذية المباشرة أو لإستخلاص الفرويات البحرية أو كغذاء للحيوانات أو كإسمدة . وأهم ما يستخدم منها الأنواع الحمراء والبنية في الغذاء (٤٩٪) والصناعة (٤١٪). وبعض الطحالب تنتج سموم وبعضها غني بالبروتين الجيد ومصدر للفيتامينات (١ ، ثيامين ، ريبوفلافين ، نياسين ٦ ج) والمعادن (كالسيوم ، حديد ، يود) .

فيستخدم في الفلبين بداية من أوائل الستينات طحلب أحمر red algae كعشب بحري seaweed يعرف بالجزر gozo (Eucheuma) استخدمه أهل الشواطئ كسلطة خضراء ، وصدرته في صورة جافة حتى انخفض إنتاجها منه نتيجة الحصاد الجائر overharvesting للطحالب لذا اتجهت الفلبين إلى استزراعها حيث يعطى الحقل ٣ أضعاف ما يعطيه من قصب السكر ، وهي طريقة جيدة لاستغلال الطاقة الحرة من الشمس لتثبيت السكر الخماسي للعالم النامي الجائع. وإذا كانت ظروف الاستزراع جيدة فإن الطحلب يضاعف وزنه كل ١٠ أيام ، وأصبح هذا الطحلب يستخدم في صناعة الجيلي والنسيج ومعجون الأسنان وأدوات التجميل وغيرها .

والكلوريلا Chlorella من الطحالب الدقيقة ، قطرها أقل من ١٠ ميكرون، وهو طحلب أخضر كثير الاستخدام في المعامل ومفضل استخدامه في الاستزراع في حيز كبير، يبلغ إنتاجه على المجارى ٧٠ - ١٧٠ طن / هكتار سنوياً ومن الطحالب الدقيقة ما يستخدم مسحوقه أو الطحلب ذاته في تغذية الإنسان لتشابهه مع فول الصويا من حيث البروتين ولارتفاع هضمه (٧٨٪) ولغناه بالفيتامينات والأحماض الدهنية الأساسية .

ومن الطحالب الدقيقة (طحالب خضراء ، دياتومس diatoms) ما تستزرع بغرض تغذية صفار

الجمبرى والمحار والرخويات والأسماك .

هذا وتزرع أسيا الضفادع (Frogs (Rana spp.) ويبلغ إنتاجها عام ١٩٨٥ حوالى ٧٨٠ طنا بينما إنتاج أوروبا فى نفس العام من الضفادع ٢٧ طنا وإنتاج أمريكا الشمالية ١٢٣٥ طنا .

فالاستزراع السمكى Fish culture هو أحد فروع الزراعة المائية وقد يكون بغرض الصيد للاستهلاك الأدمى أو للمقاومة البيولوجية ، سواء للحشائش أو للحشرات والقواقع ومسببات وعوامل مسببات الأمراض . وقد تكون بهدف إصلاح التربة وإخصابها والإستفادة من مخلفات المزارع الحيوانية والنباتية . إضافة إلى الهدف الرئيسى من زراعة السمك وهو الحصول على مصدر غذائى بروتينى رخيص للفقراء حيث تنعدم المصادر الأخرى من صيد حيوانات وتربية ورعاية الحيوانات الزراعية أو لانعدام أو عدم وفرة المصادر الطبيعية للسمك . فتقوم الزراعة السمكية برعاية مقننة للأنواع المرغوبة من الأسماك مع التحكم فى نموها كميأ ونوعياً وتنظيم تناسلها وتغذيتها وكثافتها مع مقاومة الأنواع غير المرغوبة من أسماك وحيوانات ونباتات وكذا مقاومة الأمراض وبالتالي تزيد إنتاجية وحدة المساحات من المزارع السمكية عشرات الأضعاف عن إنتاجية نفس الوحدة من المصادر الطبيعية . فإذا كان متوسط إنتاج السمك من المصادر الطبيعية حوالى ٢١ كجم/ هكتار سنوياً فإن إنتاج المزارع فى المتوسط ٢٤٢ كجم / هكتار سنوياً أى ما يزيد عن ١١ ضعفاً ويتضاعف أكثر بالإنتاج المكثف ليبلغ عدة أطنان . فالأسماك مصدر رئيسى لسد العجز فى البروتين الحيوانى لكثير من الناس (المتزايدة أعدادهم باستمرار خاصة فى إفريقيا وآسيا) أكثر مما يقضى عمله إنتاج لحوم الدواجن والبيض معا أو لحوم الضأن ، خاصة وأن عدد مستهلكى الأسماك أكثر من مستهلكى اللحوم والألبان على مستوى العالم . كما زاد من انتشار المزارع السمكية تفشى عمليات تلويث المحيطات مما يقضى على المخزون التجارى للسمك البحرى مما استلزم الاعتماد على المياه الداخلية (المزارع) . ويتطلب الصيد الجائر أن يعاد تخزين زريعة (منتجة من المزارع والمفرخات الصناعية) فى الأجسام المائية الطبيعية للمحافظة على المخزون السمكى .

وقد عرفت زراعة السمك فى عهد الفراعنة فى مصر القديمة ، إذ عرفت أقدم (حوض) مزرعة سمك مرسومة على مقبرة مصرية قديمة يرجع تاريخها لما قبل عام ٢٠٠٠ ق.م. توضح سمك البلطى النلى (كنوع شائع فى النيل) يتم صيده من مزرعة صناعية ، ولم تمارس زراعة السمك منذ عهد قدماء المصريين حتى أدخل المبروك لأول مرة عام ١٩٣٤ مصر . وتنتشر المزارع الآن وتتطور بسرعة فى كافة أنحاء الأرض . ونظراً لنقص نصيب الفرد المصرى من الأسماك وعدم الاستغلال الأمثل لشواطئنا فذلك يحتم ضرورة إقامة المزارع السمكية وذلك للأسباب الآتية :

١ - تغلف مياه النيل وروافده فى البلاد وجود كثير من البرك والأراضى المنخفضة .

٢ - انكماش رقعة البحيرات الطبيعية واضمحلال ثروتها السمكية وتجفيف مساحات منها للزراعة النباتية والعمران .

٣ - توافر الأراضي البور والغير صالحة للزراعة النباتية ويتناسبها ويرفع من خصوبتها الاستزراع السمكي فيها .

٤ -زيادة السكان وضرورة توفير مزيد من الأغذية البروتينية.

٥ - القضاء على مشاكل الحوش والسياحات بالبحيرات .

٦ - توفير جزء من العملات الأجنبية في استيراد الأسماك.

٧ - تمويض النقص في قدرة البحيرات الإنتاجية بعد حجز مياه الفيضان بإنشاء السد العالي.

٨ - لتمويض النقص في قدرة المياه الداخلية الإنتاجية بسبب وجود السد العالي بجانب ازدياد تلوث المياه بالمخلفات الصناعية.

٩ - لتزويد البحيرات الحالية وبحيرة ناصر والترع والمصارف وحقول الأرز بالزريعة اللازمة لتمويض النقص في الأسماك من بيئته الطبيعية .

ومحدودية المياه الداخلية في منطقة الشرق الأوسط تحد من انتشار مزارع الأسماك إلا أن الأنهار الرئيسية كالنيل وبنجلة والفرات والأنهار الصغيرة والجداول والبحيرات والخزانات والعيون والمستنقعات وقنوات الري وحقول الأرز الرطبة كلها توفر إمكانات ذات معنى لزيادة محصول السمك الطبيعي من خلال زراعة وإدارة وغيرها من عمليات الزراعة السمكية piscicultural . أكثر من ذلك فإن التنبيه الأخير من خلال انتشار مزارع السمك في باكستان والسودان وسوريا وإيران ومصر أدى إلى صحوة في الزراعة السمكية والتي بالوقت تحول المياه المستزرعة إلى وحدات إنتاجية لإمداد الكثافة السكانية المتزايدة بالبروتين المحلي . فإصطاد اهتمام الحكومات والأفراد لهذا النشاط مع زيادة العمالة الماهرة في هذه البلدان سوف يجعل للزراعة السمكية دوراً هاماً في الشرق الأوسط.

وقد وصل الإنتاج السنوي اليوم من الزراعة المائية حوالي ١٠ مليون طن ، تشكل حوالي ١٥ ٪ من محصول المصايد التجارية ، ويتوقع أن تزيد هذه الكمية في نهاية هذا القرن إلى حوالي ٣٥ مليون طن . وتتركز الزراعة المائية أساساً في آسيا التي تنتج وحدها ٨٥ ٪ من إجمالي محصول الزراعة العالمي .

أشكال الاستزراع السمكي :

تأخذ المزارع السمكية وطريقة الإنتاج فيها أحد الأنظمة الآتية :

١ - مزارع السمك في أحواض Fish culture in ponds :

تنتج الأحواض حوالي ٧٥ ٪ من إنتاج السمك المستزرع، وتشكل الأحواض حوالي ٩٠ ٪ من المساحة القابلة للاستزراع . وهناك طرق مختلفة لرعاية الأحواض :

١ - المزرعة وحيدة النوع Monoculture : وهي التي يربى فيها نوع واحد من الأسماك غالباً من الأنواع شديدة التغذية كالتراوت والسمبان والقرايط والتي تتغذى على بروتين حيواني

كما يمكن تربية الأنواع آكلة العشب أو متنوعة التغذية وفي هذه الحالة فإنه لا يستهلك فقط الإنتاج الأولي للحوض بل كذلك الإضافات الغذائية ، وأفضل أسماك لهذه الطريقة المبروك والبورى وسك اللين والبلطى .

ب - مزرعة عديدة الأنواع Polyculture : وهى التى يسع الحوض الواحد منها أنواع مختلفة من الأسماك معا ويمكن أن تختلف كذلك فى العمر والأمثلة لهذه المزارع هى التى تنتشر فيها أنواع المبروك الصينى والهندى أو البلطى مع المبروك أو سمك اللين مع الجمبرى .

ج - رعاية مكثفة Intensive rearing : وفيها تزداد كثافة تخزين السمك فى الماء وتغذى على أعلاف صناعية عالية القيمة . ويستخدم فيها التكنولوجيا الحديثة والمعرفة العلمية فى تخطيط وإنشاء الحوض ومراقبة جودة المياه وتنقية مياه الصرف وإغناء الماء بالأكسجين . وهى تتكلف الكثير لكنها تنتج الأكثر الذى يحقق ربحاً مالياً وإن كانت ترافقها مخاطر مثل انتشار الأمراض أو الأعطال الفنية . وهذا النوع من المزارع يستخدم أساساً فى الدول الصناعية لإنتاج الأسماك ذات القيمة التسويقية العالية كالسالمون والتراوت والسمك القرموط . والرعاية المكثفة تكون فى أحواض صغيرة .

د - رعاية منتشرة Extensive rearing : وفيها تتغذى الكائنات المائية على الغذاء الطبيعى فى الحوض وكثافة التخزين منخفضة وكذلك الإنتاج لوحدة المساحة منخفضة وهذا النوع من الرعاية لا يصاحبه خطورة على جودة المياه فى الحوض . ولا يلزمها رأس مال كبير . وتكفى لإنتاج الطعام وفرصة للعمل للأفراد الأقل أهلية لذلك تنتشر فى البلاد الفقيرة .

هـ - الرعاية شبه المكثفة Semi-intensive rearing : وفيها تنال الكائنات المائية بجانب الغذاء الطبيعى كذلك إضافات غذائية من مخلفات نباتية أو حيوانية، واستخدام الأسمدة يزداد الإنتاج . ويستخدم هذا النظام تقريباً فى كل البلاد لإنتاج أنواع الأسماك آكلة العشب ومتنوعة التغذية وهى مناسبة على وجه الخصوص لزيادة إنتاج السمك فى الدول النامية .

و - إعادة تدوير Recycling : أى إعادة استخدام المخلفات الحيوانية والزراعية فى تربية السمك فى أحواض وهى طريقة أصلها آسيوى وانتشرت الآن فى كثير من بقاع العالم ، وعليه تجد تربية البط أو الضنازير أو الماشية مرتبط فيها بمزارع السمك خاصة فى تايوان وأوروبا الشرقية ووسط إفريقيا ونيبال . وفيها تسمد أحواض السمك أو الطحالب بمخلفات الحيوانات الأرضية مما يزيد من الإنتاج الأولي للحوض وعليه يزيد إنتاج السمك أو الطحالب . وفى هذه الطريقة وسيلة للتخلص من تلوث البيئة بمخلفات الحيوانات . ولكن ينبغي التأكد من عدم تلوث مياه الحوض بالمنظفات أو المضادات الحيوية أو نقل مسببات الأمراض أو الأمراض إلى الإنسان من خلال السمك الناتج من هذه الطريقة .

٣ - البرك (الأحواض) Ponds: من حيث الحجم كبيرة وصغيرة وقد يضاف إليها الخزانات أو الصوامع reservoir وإن كانت ليست بالأحواض وليست من أنظمة الاستزراع السمكي الحقيقية، إلا أنها بالمراقبة والإدارة الفعالة تنتج الكثير .

الأحواض الكبيرة : متباينة الحجم لكنها عادة حوالى ١٠٠٠ متر مربع ويمكنها أن تصل إلى عدة عشرات الآلاف من الأمتار المربعة كما فى مالوى (١٠ - ٤٠ ألف م^٢) والوحدة تتكون من أحواض للفسس وأخرى للتبويض وثالثة للنمو . وتتركب الأحواض من أشكال ثلاثة (مخططة contour ، قناطر barrage ، منخفضة paddy) . فى الأحواض المخططة تحاط الأرض المنحدرة بعوائق وتختلف أعماقها بالتالى ، وهذه الأحواض تصمم على جوانب الوديان وأماكن تجمع الأمطار وتغذى بالماء من قناة وتوجد الأحواض فى مجموعات . والنوع الثانى يقطع مجرى مائى أو مكان تخزين أمطار بعوائق أو عدة حوائق ويغشى على هذا النوع من الفيضانات أو القنوات الجانبية وتصمم هذه الأحواض فى مجموعات كذلك . أما النوع الثالث أى الأحواض المنخفضة فتبنى على أرض مسطحة ببناء جدران تختلف ميولها باختلاف الأرضية فالأرض الأقل تماسكاً يكون انحدار جدرانها الداخلية ٢ : ١ - ٢.٥ : ١ وصرف الماء بمجاري خرسانية .

الأحواض الصغيرة : يتباين حجمها من ١٠٠ إلى ٢٥٠٠ م^٢ (وربما أقل من ذلك أى عدة أمتار مربعة) وتوجد فى مجموعات بطرق مختلفة ويصل عمقها إلى متر وليس لها صرف طبيعي .

الخزانات : تبنى لتخزين المياه أساساً واستزراع البلطى كهدف ثانوى منها .

والترية المخلقة فى أحواض زجاج تفضل فى الأغراض المعملية والعرض والتخزين وتجارب التربية .

٢ - مزارع التانكات Tank culture :

تستخدم فى ملوئى تانكات (أحواض) سعة ٢٠٥٠ لتر بسرعة تدفق الماء ٢٢٠ لتر / ساعة بماء معاد دورانه واستخدام recycled water ومعدل تسكين ١ سمكة / ٢ لتر (٢٠ مم) ، إلا أنه تحدث معدلات نفوق تلتف الماء للتغذية الكربوهيدراتيه وبذلك ينخفض الأكسجين ويتبقى فضلات سامة فتؤثر على نمو السمك . كما استخدمت بنجاح تانكات أكبر سعة ١٢ ألف لتر لتنتج ٨٥٠ كجم سمك ومعدل تدفق للماء ١ لتر / كجم / ٣ .

٣ - الهذارات (المجاري) Raceways :

استخدمت فى المزارع المختلطة من البلطى والقرايط وكانت نتائجها مشجعة فى جنوب كاليفورنيا . وتستخدم المياه من آبار ارتوازية على درجة حرارة ٣٢ - ٢٥ °م مما يجعل من الممكن إنتاج السمك على مدار العام أساساً من القرايط وثانويّاً من البلطى .

٤ - مزارع السمك في سياجات وحواجز شبكية

Fish culture in net pens and enclosures

السياجات الشبكية تستخدم للتحكم في رعاية مختلف أنواع الأسماك في المياه العذبة والشروب والمالحة في صور مكثفة وشبه مكثفة أو متسعة كما في مزارع الأحواض وذلك طبقاً لنوع السمك والظروف المحلية والأرباحية ومستوى تدريب الأفراد . ويختلف بناء السياجات الشبكية طبقاً للظروف البيئية فبذلك تختلف في حجمها طبقاً لاحتياجات الأنواع المختلفة من السمك ولخواص المياه المختلفة . وتقام السياجات الشبكية حيث لا يمكن إقامة مزارع وتقام غالباً في المناطق الشاطئية وفي البحيرات وفي الأنهار .

٥ - مزارع السمك في قنوات الري وحقول الأرز

Fish culture in irrigation canals and paddy fields

منذ قرون من الزمان وتربية الأسماك في آسيا تقوم به في قنوات الري وحقول الأرز . فهو استخدام للماء لمزيد من إنتاج البروتين الإضافي ، فترية الأرز تكون خصبة جداً فتنتج كميات كبيرة من البلانكتون بنوعية والتي يستخدمها السمك كمصدر لغذائه . ويستخدم فيها البلطي والمبروك والقرايط وينبغي أن تتحمل الماء الفضل وارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الأوكسجين . ويمكن أن تكون الزراعة متنوعة الأسماك أو حتى جهبرى ماء عذب ومحار كذلك وكلها لها تأثيرات نافعة على محصول الأرز إذ تؤدي إلى التحكم في النباتات غير المرغوبة والقواقع ويرقات الحشرات . ولكن كل ما يخشى هو من مشاكل كثرة استخدام المبيدات للأرز النامي مما ينبغي معه استخدام سلالات أرز مقاومة أو استخدام طرق مقاومة (للمراض) أخرى خلاف المبيدات .

٦ - زراعة السمك في الماء الأسن Fish culture in brackish water

هو الماء المالح قليلاً وقد يكون ماء صرف لا يصلح لرى المحاصيل العظلية أو ماء آبار ، ويرى فيه المبروك والبلطي واليوري وسمك اللين والقرايط ورأس الحية والجمبرى . وتتباين ملوحة أحواض الماء الأسن حسب مواسم الجفاف والمطر فقد تنخفض في موسم المطر إلى ٥ جزء / ألف ، وتتركز في موسم الجفاف لتصل إلى ٧٠ جزء / ألف ، كما يساعد ضخالة الماء ورشحه على زيادة الملوحة .

٧ - زراعة السمك في الماء الجاري Fish culture in running water

الماء الجاري يكون غنياً بالأكسجين فيمكن من زيادة معدل تخزين (كثافة) السمك في وحدة المساحات كما يمكن من التخلص من مخلفات السمك وأغذيته . أى يمكن من الإنتاج المكثف الذي بلغ في اليابان ٤١٨ كجم/م^٢ أو ١٨ ، ٤ ألف طن / هكتار من المبروك في السنة .

٨ - مزارع أسماك في أنظمة ماء دائرية

Aquaculture in circulating water systems

تم تطويره أخيراً في الدول الصناعية لشدة الحاجة للماء الجيد والأنظمة المشددة على قواعد صرف الماء من المفرخات والمزارع السمكية إلى الصرف العام وهذا النظام هو أكثر الطرق كثافة إنتاجية في زراعة السمك ، وله نفس مزايا وعيوب الإنتاج المكثف للسمك في أحواض ونظراً لزيادة كثافة المشيرة الحيوية في الماء فتد بغذاء صناعي عالي القيمة وتحفظ تحت ظروف بيئية ثابتة مغلى للنمو .

ويطبق هذا النظام على الكائنات المائية عالية القيمة نظراً لأسباب اقتصادية لما يتطلبه النظام من إمكانيات شديدة وصيانة بعناية فائقة . فيستخدم في التحكم في نضج السمك والقشريات والمحار لإنتاج الصغار في بيئة متحكم فيها . وباستخدام التكنولوجيا الموفرة للطاقة يصبح هذا النظام ملائماً لدول العالم الثالث حيث يعوزها الماء .

٩ - المزارع الرأسية لإنتاج المحار

Vertical cultures for shellfish production

تم زراعة أم الخلول والمحار mussels , oysters منذ قرون على قاع البحر وفي العقود الأخيرة أمكن زيادة الإنتاج بإدخال طرق الإنتاج الرأسية ، واليوم تزرع على عصي وأحبال معلقة من أسقف rafts وفي شبك نيلون على شكل جراب sack أو في إطارات خشب أو أواني بلاستيك وإذا كانت الأنظمة العائمة لا يمكن استعمالها لظروف البحر الصعبة فإن مزارع المحار بنظام الحبل الطويل تعد فعّالة جداً .

١٠ - مرابي بحرية See ranching :

في هذا النظام من الزراعة المائية يربى السمك والجمبرى والمحاريات في مفرخات حتى وقت تمكنه من التغذية الطبيعية فيمكن انتشالها في ماء مفتوح ويعاد صيدها في الوقت المحدد . ورغم أن القليل جداً من الكائنات الأصلية الموضومة يمكن إعادة صيدها ، إلا أن هذا الشكل من الزراعة المائية يمكن أن يكون مربحاً في ظروف معينة . ويمكن زيادة المحصول من الصيد العادي باستخدام هذا الأسلوب الذي يعد طريقة منظمة للتخزين .

١١ - الحواشات (الطواويل) :

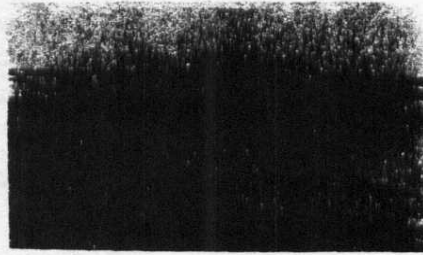
والحواشات كمناطق ضحلة محصورة بين البحر والبحيرات الساحلية (حواشات ساحلية) أو داخل البحيرات ذاتها (حواشات بحيرية) كمرابي طبيعية تملأ بالماء صيفاً لارتفاع مستوى الماء لزيادة الصرف من الرى وتبذر الحواشات طبيعياً بالبلى والبورى والقرموط والثعبان والفرخ perch وغيرها لتنمو حتى ينحسر الماء فيتم الحصاد . وعادة يسد الحواش بزرق النواجن ليمطى محصولاً قدره حوالى ١٤٧٥ كجم / هكتار من منطقة بحيرة المنزلة ، وباستخدام إضافات غذائية أمكن الحصول على ٣,٤ طن / هكتار . وتبلغ

مساحة الحواشيات في مصر حوالي ٤٨٨٤٥ هكتار ، ويمكن أن تصل في الواقع إلى ١٨٠٤٠٠ هكتار (حوالي ٤٣٠ ألف فدان ، فالحكتار = ٢,٣٨ فداناً والفدان = ٠,٤٢ هكتار) .

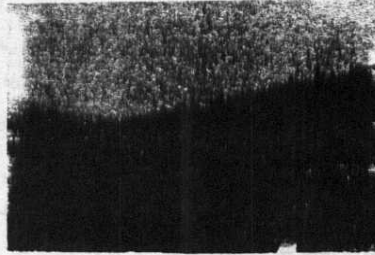
١٢ - المزارع مختلطة الإنتاج :

وتتضمن إضافة إلى إنتاج السمك / أرز rice - cum - fish production (والتي يهتم بها في مصر جداً لسعة المساحة المنزرعة أرزاً) ، كذلك مزارع سمك / حيوان animal - cum - fish

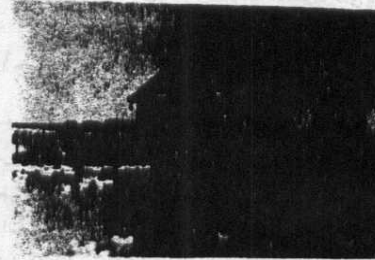
مربي طبيعي للسمك
Rancing
(حظائر)



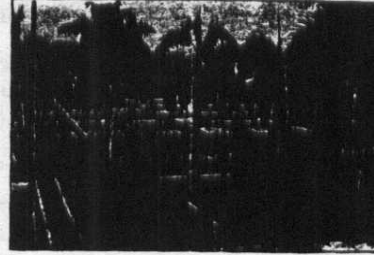
زراعة السمك في سياج
Enclosure



زراعة السمك مع البط



مزرعة السمك عمل متكامل بين البيولوجي والزراعي والهندسي والبيطري والبيئي وغيرهم بهدف جودة نمو السمك ومقاومة الأمراض في بيئة مناسبة خالية من الضغوط.



يتم هذا الإنتاج سواء على سطح الحوض أو بجانبه لزيادة الإنتاج الكمي والاقتصادي ويتمثل هذا في إنتاج السمك والبط وفوائده :

- ١ - انتشار منتظم لزرق البط على سطح الحوض يعتبر سماداً عضوياً ممتازاً للماء ولقاع الحوض مما ينمي العوالق فيعتبر غذاء مباشراً وغير مباشر للسمك كالمبروك.
- ٢ - يحفر البط القاع الضحل فيقل الإنتاج النباتي للماء خاصة حشائش البط.
- ٣ - يؤدي حفر البط للقاع إلى نويان المغذيات التي يحتويها فيزيد الإنتاج الطبيعي.
- ٤ - الغذاء الموزع للبط وغير المأكول تاكله الأسماك أو يعمل على التسميد غير المباشر .
- ٥ - يتغذى البط على القواقع في عمق حتى ٤٠ - ٥٠ سم فتساعد في مقاومة البلهارسيا.
- ٦ - بجانب كل ما ذكر عالية فهناك إنتاج إضافي من تسميد البط بجانب زيادة إنتاج السمك للمزايا عالية والإنتاج الإضافي من لحوم وبيض البط.

فقد أدى التسمين المكثف لكل ٢٠٠ بطة / هكتار إلى زيادة إنتاج السمك بمقدار ١٠٠ كجم في المتوسط . والعدد الموصى به للبط في أوروبا يتباين ما بين ٢٠٠ - ٤٠٠ بطة / هكتار (في المتوسط ٢٥٠) وتجري رعاية البط في أحواض السمك على مستوى واسع في أوروبا (الشرقية) خاصة في المجر وألمانيا (الشرقية) وبولندا والاتحاد السوفيتي (سابقاً) وكذلك في إفريقيا خاصة في زامبيا وروبيسيا .

كما يجري ازواج الإنتاج بين السمك والدواجن خاصة في الشرق الأقصى فكل الفلاحين منتجون للسمك والعكس بالعكس ، كما تربي الخنازير على ضفاف أحواض السمك بنفس طريقة تربية البط ، وسبق الحديث عن ازواج انتاج السمك والأرز ، كما قد ينتج الغاب في أحواض السمك، كما ينتج المحار والقشريات، أو الأسماك والضفادع ، أو الأسماك وكلب الماء beaver (nutria) (التي تخفض الإنتاج النباتي المائي كالفاب وذيل القط وتساعد على سرعة معدنة الطين فتزيد إنتاجية الحوض وتزيد غذاء المبروك من روث كلب الماء بجانب الأهمية الإقتصادية للحم وفراء كلب الماء كما يرفع كلب الماء من الإنتاج الكمي

للسمك). ويعمل البط والأوز وكلب الماء على مقاومة النباتات الراقية في أحواض السمك

ويتمثل الإنتاج المزدوج كذلك في استخدام روث الحيوان في تسميد مزرعة السمك فيرتبط استزراع البلطي برعاية الخنازير أو البط وذلك بصرف ناتج غسيل اسطبلات الخنازير يومياً إلى أحواض السمك أدى ذلك لإنتاج ٣ طن / هكتار من السمك مع حوالي ٣٠ طن / هكتار أعشاب مائية حصدت وغذيت للخنازير مكونة حلقة إنتاج متكامل. وقد بلغ إنتاج السمك ٢ - ٤ طن / هكتار / سنة مع البط (٨,٥ - ٨,٩ طن / هكتار / سنة مع الخنازير) وفي الجابون ٣,٦ - ٤,٩ طن / هكتار / سنة مع الدواجن . فروث الخنازير يحتوى ٧٠٪ غذاء يهضمه السمك بينما البول والمواد الأخرى تسد المزرعة. والبط ينمو أفضل في مزارع السمك وزرقه سماد للمزرعة وغذاء للسمك لذا يفضل تسكين ٢٠٠ بطه / هكتار (تنتج ٢,٨ كجم سمك بلطي / بطة / سنة) . وفي نفس الوقت تقاوم البط الحشائش وتزيل قواقع البلهارسيا ، كما يخفض البط من عدد زريعة البلطي في المزرعة ، سواء بأكلاها مباشرة أو باضطرابها لعش البيض ، إلا أن مشكلة البط أنه يتلف حوائط المزرعة وربما يهدمها لذلك يفضل تسويرها Fencing داخل مزرعة السمك لمنع هذا التلف ولاستيقاء البط في المزرعة وقد يخشى من البط كذلك أنه ربما يصير حاملاً أو عائلاً لبعض الطفيليات الخاصة بالسمك مثل Digenea والتي تخفض إنتاج السمك . وعند الحصاد تجمع الأسماك الصغيرة التي لا يعاد تخزينها وتقدم كغذاء للخنازير أو للبط.

والحيوانات الزراعية المحملة على مزارع الأسماك بجانب أهميتها في حد ذاتها لإنتاجاتها المختلفة ، فمخلفاتها ذات أهمية غذائية للسمك وكماها كبير وقد يهدد البيئة بالتلوث إن لم يستغل في تسميد أراضي أحواض السمك . والجدول التالي يبين إنتاج الحيوانات المختلفة من الفضلات :

المقياس	الوحدة	خنازير	دجاج	عجل	غنم	ماشية
روث خام / يوم	% من الوزن الحي	٥,١	٦,٦	٤,٦	٣,٦	٩,٤
جوامد كلية	% من الوزن الرطب	١٢,٥	٢٥,٣	١٧,٢	٢٩,٧	٩,٣
جوامد طيارة	% من الوزن الحي	٠,٦٩	١,٦٨	٠,٧٩	١,٠٧	٠,٨٩
أزوت	% من الجوامد الكلية	٨٢,٤	٧٢,٨	٨٢,٨	٨٤,٧	٨٠,٣
حمض فوسفوريك	% من الوزن الحي	٠,٥٧	١,٢٢	٠,٦٥	٠,٩١	٠,٧٢
بوتاسيوم	% من الجوامد الكلية	٥,٦	٥,٤	٧,٨	٤,٠	٤,٠
	% من الجوامد الكلية	٢,٥	٤,٦	١,٢	١,٤	١,١
	% من الجوامد الكلية	١,٤	٢,١	١,٨	٢,٩	١,٧

لم يعد ممكن تحت ظروف الإنتاج المكثف (للدواجن وتسمين العجول والابيان) أن تكون هذه

المخلفات كما كان يحدث في الماضي خارج القرى وعلى جوانبها تفوح منها الروائح وتعميق الطرق فالإنتاج الآن أكثر بكثير والتربة في أشد الحاجة إليها كسماد عضوي يعمد للأرض جزءاً من خصوبتها.

وتعتبر تكاليف التسميد في مزارع السمك من بين أهم تكاليف الإنتاج . فالأسمدة العضوية وغير العضوية تزيد القاعدة الغذائية (الإنتاج الأولى) أي نمو الهوائيم النباتية (الطحالب وحيدة الخلية unicellular algae) والحيوانية والبكتريا والتي ترشحها من الماء كثير من أنواع السمك كغذاء لها ، ومن هذه الأسماك أنواع البلطي والبيوري وسمك اللين وكذلك أسماك المبروك الفضي وكبيرة الرأس (كككلات أعشاب ولحوم) والعداى . وهناك إمكانية لخفض تكاليف الأسمدة في مزارع الأحواض بخلط إنتاج الحيوانات المنزلية بإنتاج السمك . ففي الزراعة التقليدية للسمك تخصب الأحواض بنواتج اخراج الحيوانات المنزلية قبل تخزينها بالسمك ، وكذلك تخصب الأحواض بكميات متقطعة في أثناء الإنتاج . وتوفير تكاليف نقل السماد البلدي هذا من الأسطبلات أو حظائر إلى الأحواض . فيمكن بناء هذه الحظائر أو المظلات مباشرة عند الأحواض أو عليها . وزرق الطيور هو أفضل الأسمدة للأحواض السمكية ، لإرتفاع محتواه الأزوتي والفوسفوري ومركباته العضوية . وعند انخفاض أسعار لحوم وبيض الدواجن قد يصير الربح من بيع الزرق - أحياناً - أعلى من الربح من لحوم وبيض الدواجن ذاتها ، كما في حالة الفلبينيين مثلاً لذلك ولأسباب اقتصادية فإن ارتباط إنتاج الدواجن بإنتاج السمك تعد فكرة جيدة لذلك تبني حظائر كتكايت اللحم والدجاج البيضاء مباشرة على أحواض السمك . وتسكن الطيور على عدة مستويات من الارتفاع ، أدناها حظائر الكتاكيت حيث يسقط زرقها مباشرة إلى حوض السمك ، بينما المستويات الأعلى يسقط زرقها على أرضيات خشب يمكن إزالتها ، لتفريغها في الحوض حسب الطلب . وفي حالة إنتاج البيط مع السمك ، تكون الحظائر عادة على حواف الحوض . ويزيد الأثر التسميدي للبط عند استراحته وتغذيته مباشرة على الحوض . لكن هذا النوع من الرعاية يتطلب مزيد من العمل . والأفضل إعطاء البط جزء فقط من الحوض (٢ - ٤ م / بطة) لتحقيق تحويل غذائي أفضل . وينتشر الماء المسمد بإخراجات البيط على الحوض كله بحركة الأمواج . وفي هذا الإنتاج المزيج يخدم جسم الماء إنتاج السمك ، بينما مسطح الماء يمكن من رعاية البيط . ويزيد زرق البيط من الإنتاج الأولى ومن نمو النباتات الراقية في الأحواض ، فيزيد الإمداد بالغذاء للسمك ويرتفع محصول السمك الناتج . كما أن زيادة النمو النباتي تعد ميزة للبط ، ويحصل البيط على حوالي ٣ - ٤ ٪ من احتياجاته البروتينية من الحوض . وتعتبر المجر مثلاً ريادياً في خلط إنتاج الميط والسمك ، إذ ترعى ٣٠٠ - ٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض في الصيف ، وهذا يزيد إنتاج المبروك من ١٤٠ إلى ١٧٥ كجم / هكتار . وفي المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حيث يكون الإنتاج على مدار العام لارتفاع درجات الحرارة ، وزيادة شدة الشمس ، يمكن زيادة البطة حتى ١٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض ، فيزيد محصول السمك معنوياً ويتضاعف محصول البروتين الكلى الناتج من الحوض . ففي إفريقيا الوسطى وبخلط ١٠٠٠ - ١٥٠٠ بطة / هكتار من سطح الحوض مع إنتاج السمك فيبلغ محصول السمك ٣٨٠٠ - ٤٨٠٠ كجم بلطي وقراميط / هكتار / سنة .

ومثال آخر لخلط إنتاج الحيوانات المنزلية مع إنتاج السمك هو إنتاج الخنازير وهذا الخلط منتشر وهام خاصة في الصين . وكما هو في إنتاج الدواجن / السمك، فتبنى كذلك الحظائر مباشرة على حوض السمك . وفي حالة الأحواض الصغيرة ، تغسل مخلفات الخنازير إلى ماء السمك . بينما في الأحواض الكبيرة تهوى المخلفات قبل تفريغها إلى الحوض لضمان هدم بيولوجي سريع، ثم توزع المخلفات بعد ذلك على سطح الحوض بانتظام لتجنب زيادة التسميد الموضعية.

في المناطق الحارة يمكن إضافة مخلفات اليوم (٢٠٠ - ٦٠٠ كجم) لحوالي ٤٠ - ٨٠ خنزير / هكتار من مسطح الحوض . وفي مزارع المبروك المسمدة بمخلفات الخنازير يزيد إنتاجها بمعدل ٣ - ٥ كجم / ١٠٠ كجم مخلفات ، بينما في المزارع المختلطة الأنواع تكون الزيادة بمعدل ٣.٥ - ٤ كجم. ومن إفريقيا الوسطى تم تسجيل محصول سمكى (بللى وقراميط) ٧٧٠٠ كجم / هكتار في السنة عند تسمين الخنازير (٥٠ - ١٠٠ حيوان / هكتار) مع الإنتاج السمكى .

مشاكل خلط إنتاج السمك بإنتاج الحيوانات المنزلية :

عند استخدام المخلفات في تسميد الأحواض ، يجب أن يراعى تركيز الأوكسجين في الماء ، حيث إن هدم المخلفات في الأحواض هو الأساس لنمو الهوائم النباتية والبكتيريا ، وهي بالتالي أساس تطور الهوائم الحيوانية التي تعيش على الهوائم النباتية والبكتيريا . ويقوم الضوء كمصدر للطاقة للهوائم النباتية بمساعدة تمثيل المركبات غير العضوية وثاني أكسيد الكربون لإنتاج الأوكسجين الضروري لحيوية الأسماك. وإذا كان معدل تخزين السمك منخفضاً وتم إضافة كثير من السماد فقد تنشأ خطورة من نمو الهوائم الحيوانية المتزايدة (المستهلكة للهوائم النباتية) مما يجعل إنتاج الأوكسجين بواسطة الهوائم النباتية غير كاف لمستهلكات الأوكسجين العديدة في الحوض من بكتيريا وهوائم حيوانية وبروتوزوا وأسماك . فيصبح الحوض غير هوائى مما يتسبب في نفوق الهوائم الحيوانية والأهم نفوق الأسماك الراقية ذاتها ويأتزان قطيع الأسماك مع الاكلات بالترشيح filter feeders فإنه يمكن حفظ اتزان الإنتاج الأولى .

ومن أخطر مشاكل ازدياد إنتاج السمك والإنتاج الحيوانى هو المشاكل الصحية ، إذ تنتقل مسببات الأمراض البكتيرية مثل اشريشيا كولى Escherichia coli والاسترىتوكوكس Streptococci والسالمونيلا Salmonella وغيرها ، والبروتوزوا مثل الدوسنتاريا الأميبية amoebic dysentery ، والديدان أساساً الديدان الكبدية flukes عن طريق المخلفات إلى الإنسان باستهلاكه الأسماك المصابة وغير جيدة الطهى فتشكل خطراً على الصحة العامة . لذلك يجب العناية الجيدة بتنظيف وغسيل وطهى أو تحمير السمك فى حالة الإنتاج المزدوج.

وقد تكون الحيوانات المنزلية كالخنزير والبقر والجاموس عائل لمسبب مرض البلهارسيا (Schistosoma japonicum Bilharziasis) لذلك فاستخدام المخلفات فى تسميد الأحواض فى المناطق الموبوءة بهذا المرض قد تكون خطراً على صحة الإنسان المرتبط بالزراعة السمكية .

ولا ينصح بأكل سمك نيء أو نباتات غير مطهية من أحواض مسمدة بالمخلفات. وهناك تقرير من تايلاند عن زيادة العدوى الشديدة بديدان الكبد (Fasciola hepatica) liver flukes نتيجة استهلاك البلطي النقي. فتصل بويضات الديدان الكبدية من مخلفات المجترات إلى أنظمة الري لحقول الأرز وأحواض السمك، ويعد جيلين في نوع من القواقع Lymnae spp. تدخل إلى العائل النهائي أو عضو الإنسان عن طريق البلطي غير المطهى. ويتفاعل جسم الإنسان ضد بيض الديدان الكبدية بتفاعلات مناعية تسبب ألماً شديداً وتلفاً جسيماً للكبد.

وهناك احتمال لمنع نقل الأمراض المعدية ومسببات الأمراض عن طريق تسميد أحواض السمك بأسمدة بلدية من الحيوانات المنزلية وذلك باستخدام هاضم الغاز البيولوجي Biogas digesters التي فيها تتحلل المخلفات بيولوجياً، والماء المتخلف والطين ليس ضاراً ميكروبيولوجياً، وتظل محتوية كل المغذيات اللازمة لتسميد الحوض. إضافة إلى أن هدم المركبات العضوية في المخلفات ينتج ميثان يمكن الاستفادة منه في الأغراض المنزلية. وأهم ما يواجه تطبيق (زواج الإنتاج السمكى والحيوانى هو مستوى الإقبال على السمك الناتج من مزارع مسمدة بلدي نتيجة تغيير طعم لحم السمك، وقد يتغلب على ذلك بنقل السمك الحى إلى ماء نظيف لعدة أيام قبل بيعه.

اعتبارات يجب مراعاتها عند عمل الزراعات المائية :

١ - عند إنشاء مزارع سمكية جديدة يراعى عدم تغيير البيئة بل المحافظة عليها.

٢ - يمكن زيادة إنتاجية الأحواض الموجودة بالفعل بالتخزين المتتقى، والتسميد والتغذية، والإجراءات الفنية والتهوية وتغيير الماء وتحسين طرق الصيد وإعداده ونقله وعرضه. إذ تم تحسين الإنتاج السمكى لبحيرة مريوط بالإسكندرية بإدخال أساليب الاستزراع السمكى المعتادة بها من إنشاء أحواض للتخزين والتربية وكذلك استخدام التسميد العضوى وغير العضوى، وأيضاً استخدام معدلات تخزين مناسبة مع تقديم الأغذية الإضافية. فقد أدت هذه الأساليب إلى تحسن موجب في إنتاج الأسماك مع حماية البحيرة من التلوث مع حماية الأسماك المستزرعة من الافتراس من الأسماك المفترسة خاصة القراميط. ولنجاح عمليات الاستزراع لابد من تحضين البرقات للوصول بها إلى حجم الأصبعيات قبل إلقائها في أحواض التربية أو البحيرة لتقليل معدل الفاقد منها بالإفتراس. وبلغت إنتاجية الأسماك بهذا الأسلوب إلى ٢٤٢٦,٨ جم / هكتار بزيادة ١٦٩,٥ ٪ مقارنة بإنتاجية البحيرة .

كما أمكن استزراع قنوات مائية مهمة وغير مستغلة في الاسكندرية بالأسماك والبط، فقد خزنت بها إصبعيات البرى والطوبارة (بأنواعه حتى لا تتنافس فيما بينها على الغذاء) بمعدل ١٢٤٠٠ إصبعية / هكتار مع تربية انبط الانجليزى (شيرى هالى) بمعدل ٢٢٨ بطة / هكتار / بورة قدرها ٤٥ يوما فبلغت إنتاجية السمك السنوى فى حجم التسويق (على مدار ستة سنوات) ١,١ - ٤,٤ طن / هكتار وللبط ٣,٣ طن / هكتار .

٣ - خلط الزراعة المائية مع طرق الزراعة الأرضية خاصة فى الدول النامية لمحذوبة الإمكانيات (مساحات

ومياة وأموا) ، فيمكن ازواج زراعة الماء (سواء في موسم الفيضانات، أو في أحواض تجميع وتخزين الماء للرى أو من العينون والآبار وغيرها) مع الزراعة النباتية فيمكن إنتاج كثير من النباتات المائية الهامة اقتصادياً كمصادر غذائية وكذلك إنتاج السمك معاً .

ومن هذه الخلطات الإنتاجية هي إنتاج كانج كونج Kangkong (اشراقه صياح الماء Tpmoea aquatica; water morning glory) مع المبروك والبلى . وهذا الكانج كونج سريع النمو كنبات يفترش سطح الماء، وهو خضار شعبي لسكان جنوب شرق آسيا . وزراعة هذا النبات مع البلى والمبروك على نفس مساحة الماء تدر دخلاً إضافياً للمزارع الصغير . وإذا أضيفت تغذية صناعية للأسماك كمخلقات مضارب الأرز والأسمدة الحقلية فيصل الإنتاج السنوى من السمك حوالى طن / هكتار . وإنتاج الكانج كونج يدر عائداً منتظماً على مدار العام إذ يمكن جمعه كل ١٠ أيام ، بجانب حصاد السمك ٣ - ٥ مرات سنوياً في غرب جاوا .

وبالقرب من مانيل في الفلبين هناك تعاونيات بين أصحاب الأحواض السمكية الصغيرة (٥٠ - ١٠٠ م^٢) يقومون بزراعة نباتية (خضروات) على قمم الجسور وجوانب الجدران بينما في الأحواض يزرعون البلى والمبروك والقراميط . كما ينتشر الكانج كونج على سطح الماء ، وتزرع الجسور بشدة بالقلماس Calocasia, esculenta; taro ، وعلى حواف الجسور تنتج الكاسافا Cassava والباميا Okra والبطاطا . والطماطم والموز . ولزيادة كثافة الاستفادة من الأحواض ، تزرع التعاونيات مؤخراً كذلك القواقع المائية التي تؤكل مع البيرة في الحفلات أو تباع لمحلات خاصة كغذاء شهى غالى السعر . وهذه الحقائق الصغيرة تمد العائلات باحتياجاتها من السمك والخضروات الطازجة يوميأ ، بالإضافة إلى أنها تدر دخلاً إضافياً جانبياً .

واختلاط إنتاج الأرز والسمك أصبح شيئاً تقليدياً وتزيد أهميته باستمرار في آسيا وأبسط طرقه هي ترك السمك البرى يدخل حقول الأرز مع ورود الماء حيث ينمو ويتم صيده بمصايد في بداية حصاد الأرز ، وأهم أنواع هذه الأسماك هي القراميط، والبلى حيث يمكنها المعيشة في الماء منخفض المستوى وعالى الحرارة ، وقليل المحتوى الأوكسجيني . ورغم ضآلة إنتاج السمك بهذه الطريقة إلا أنها بالنسبة للعمال تعتبر محصولاً جانبياً آخر للأرز .

وبناء مصارف في حقول الأرز ويجوانبها ، واختيار أنواع السمك سريعة النمو، والتسميد الإضافى لمصارف السمك ، والإمداد بالغذاء ، كل ذلك يزيد كثيراً من محصول السمك . وأفضل أنواع السمك في حقول الأرز في آسيا وإفريقيا هي المبروك العادى ، ومختلف أنواع البلى ، والقراميط . ويتباين إنتاج السمك من حقول الأرز من عدة مئات الكيلوجرامات إلى ما يزيد عن ألف كيلو / هكتار / سنة .

ولما كان الغدان يتطلب سنوياً مقننات مائية تقدر بحوالى ١٢ ألف م^٣ ماء لذلك يفضل الاستزراع البحرى لعدم كفاية المياه العذبة ولترشيد استخدامها . كذلك خلط الزراعة السمكية مع الإنتاج الحيوانى والداجنى للاستفادة من مخلفاتها في تغذية السمك وتسميد أحواضه .

احتياجات التدريب لمزارعي السمك :

يجب تدريب المتخصصين في زراعة المياه طبقاً لأهداف البلد وجغرافيتها وثقافة المزارعين، سواء نظرياً أو عملياً . وقد يتطلب التدريب ٣ سنوات مثلاً كما في ألمانيا لاكتساب مهارات ومعلومات يتطلبها المزارع للسمك.

ويتضمن التدريب النظري :

١ - معلومات عن الظروف الطبيعية الضرورية للصيد ، خاصة خواص المياه ذاتها وخواص مياه المنطقة :

أ - الخواص الطبيعية والكيميائية للمياه ، وكيفية إجراء اختبارات لعينة ماء.

ب - أشكال وأنواع مناطق المياه.

ج - تأثير الطقس وظروف التربة على المياه.

د - حياة النباتات والحيوانات المائية .

هـ - أساسيات الصيد .

٢ - معلومات عن حماية المياه :

أ - أنواع تلف المياه وعواقبها .

ب - إجراءات ضد تلف المياه .

ج - مراقبة المياه وحفظها نظيفة.

٣ - معلومات عن الكائنات المستخدمة في صناعة الصيد ، خاصة تركيب الجسم ، وظائف حياتها ، سلوكها.

أ - التعرف على أنواع السمك الرئيسية وتسميتها .

ب - تركيب ووضع وظائف أجزاء وأعضاء الجسم.

ج - استهلاك العلف والنمو والتناسل وعلاقات البيئة.

د - أمراض وطفيليات السمك.

كما يجب إعطاء تفاصيل في موضوعات رعاية وتربية السمك تتناول :

أ - طرق الرعاية والتربية للسمك .

ب - التعرف على الجنس من المظهر الخارجى في أنواع الأسماك المختلفة .

ج - فرز السمك .

- د - أنواع الغذاء .
- هـ - طرق التغذية وحفظ العلف .
- و - حسابات التخزين والعلف (خاصة معدلات تحويل الغذاء) .
- ز - تشخيص ورعاية الأمراض .
- ح - معرفة أعداء الأسماك .
- ط - بناء مواقع لزراعة الأحواض ورعاية السمك .
- ي - رعاية السمك المكثفة .
- ك - العناية بالبحر وتسميده لزيادة المحصول .
- ل - نقل وحفظ السمك الحي والبيض .
- ٤ - إدارة المياه ومقاييس الحماية :
 - أ - أقل حجم سمك .
 - ب - أقل عرض فتحات للشباك .
 - ج - المواسم المفضلة والمناطق المحمية .
 - د - معدات الصيد .
 - هـ - قطمان السمك .
 - و - تخطيط واختيار طرق الصيد .
 - ز - اختيار وتجهيز معدات الصيد .
 - ح - تجهيز المراكب بالالات .
 - ط - استخدام القوى البشرية والتجهيزات .
 - ي - تداول السمك عند الصيد وبعده .
- ٥ - تجهيز وتصنيع وتسويق السمك :
 - أ - قتل وتقسير وفرز وتدرج .
 - ب - تبريد وتجميد وتخزين .
 - ج - تقطيع وحفظ خاصة طبخ وتعليق وتذخين .

د - تجفيف وتعليق .

هـ - أشكال وطرق التسويق.

و - تركيب السوق وقوانينه.

ز - مراقبة الجودة .

التدريب العملي :

٦ - تصنيع وإصلاح وصيانة أجهزة المصايد :

أ - صيانة وإصلاح وتثبيت عقد الشباك.

ب - بناء وتركيب وصيانة أجهزة الصيد،

ج - استخدام أجهزة وأدوات الصيد.

٧ - العناية بالمراكب والمكينات والأجهزة وكيفية تدويرها .

٨ - خبرة ومعلومات أساسية عن معاملة مواد العمل وإصلاحها .

تدريب في الاقتصاد الصناعي :

٩ - معلومات عن التركيب الوظيفي لمركز التدريب.

١٠ - معلومات أساسية عن مواضيع قانونية متخصصة مثل قوانين الصيد ، وقوانين المياه ، وقوانين حماية الصيوان ، وقوانين الأغذية .

١١ - معلومات إقتصادية واجتماعية : دور صناعة الصيد في الإقتصاد العام ، الهيئات والمنظمات والمؤسسات المعنية بالصيد ، معلومات أساسية عن القانون الصناعي والتأمين ، تدريب وإمكانات التدريب المتقدم في صناعة الصيد .

١٢ - الأمن الصناعي ومنع الحوادث ، وكيف أن الإنتاج الصناعي المنظم للبييض يتم اليوم في كثير من الأنواع بدون مشاكل عديدة (كما في التراوت والسالمون والمبروك) ، فن حقن الهرمونات وخلاصة النخامية وكيفية استخلاصها ، الإخصاب الصناعي ، العناية بالبييض حتى الفقس ورعاية البييض وتغذية الفقس، كل ذلك يجب أن يشمل التدريب كذلك .

الإجراءات الإدارية لإقامة مزرعة سمكية :

يشترط إقامة مزرعة سمكية :

١ - ألا تقام على أرض زراعية أو قابلة للزراعة .

٢ - أن تبعد عن البواغيز (والفتحات الأخرى المتصلة بالبحيرة) في دائرة نصف قطرها ٢ كم .

- ٣ - الالتزام داخل البحيرات أو في أي أعماق منها .
 - ٤ - أن تبعد عن شاطئ البحر (في الاستزراع البحري) بمسافة لا تقل عن ١٠٠ م لدواعي الأمن .
 - ٥ - ألا تعتمد على المياه العذبة في تغذيتها .
 - ٦ - أن تتجنب المناطق الأثرية والسياحية .
- فإذا روعيت هذه الشروط يمكن التقدم لمنطقة الثروة السمكية بالمحافظة (المراد إقامة المزرعة بها) بطلب مدموغ يشمل البيانات الشخصية وموضحاً به إذا ما وجد شركاء (فيذكر بياناتهم الشخصية كذلك) وإذا ما وجد ضمن الشركاء قُصْر (فيثبت بيانات الوصي عليهم) . ويرفق بالطلب ما يلي :
- ١ - صورة عقد التأسيس للشركة أو الجمعية التعاونية للاستزراع السمكي .
 - ٢ - عدد ٤ خرائط مساحية للموقع بمقياس رسم ١ : ٢٥٠٠ مبيناً عليها المساحة وموقع المزرعة . مع تحديد مصدري الري والصرف .
 - ٣ - شهادة من مديرية الزراعة المختصة تفيد بأن الأرض المطلوب إقامة المزرعة عليها هي أرض بور وغير صالحة للزراعة .
 - ٤ - رسم كروكي للأعمال الخاصة بإنشاء الأحواض (كالبوابات وأماكن محطات الرفع والمخازن والإدارة والإعاشة للعاملين) .
- وبعد تقديم المستندات السابقة ستقوم لجنة لمaintenance المزرعة وإقرار صلاحيتها ، عندئذ يبقى موافقة وزارة الري بالنسبة للمقننات المائية ، وبعد ذلك يصدر ترخيصها بالموافقة على إقامة المزرعة ، ويلزم سداد رسوم مقدرة عن كل فدان أو كسر فدان لمنطقة الثروة السمكية المختصة . وتقوم المنطقة بصرف بطاقة مزرعة سمكية تتبع فرصة صرف الأعلاف في حالة تخصيص حصص ، وصرف زريعة المائدة البورية ، والموارد النورية من قبل أخصائيي الهيئة للإرشاد وحل المشاكل .
- وفي حالة المزارع البحرية يستلزم الحصول على موافقة كل من هيئة حماية الشواطئ ومخابرات حرس الحدود . وفي حالة المزارع المكثفة يمكن الاعتماد على مياه الآبار بعد تحليلها لمعرفة أخصائيي الهيئة ، ومياه الآبار أفضل من مياه الصرف الملوثة . وإقامة الأقفاص المائنة يراعى ترك مسافة لا تقل عن ١٠ أمتار بين كل مجموعتين أقفاص ، ويمكن وضع الأقفاص في مجموعات على جانبي المجرى المائي على شكل (رجل غراب) إذا سمح بذلك اتساع المجرى المائي مع عدم اعتراض المجرى الملاحي ، وتوضع الأقفاص في هيئة مجموعات تشكل صفاً واحداً أو صفين لسهولة الإدارة ، وضع الأقفاص في أماكن يسهل الوصول إليها ، يتأكد من تثبيت الأقفاص جيداً بالشاطئ بواسطة هلب أو أكثر حسب عدد الأقفاص لعدم جرفها بتيار الماء ، ألا تقل المسافة بين نهاية الشباك وقاع المجرى المائي عن ٥٠ سم . عند مراعاة ذلك تقدم بطلبك المدموغ الشامل على بياناتك الشخصية إلى منطقة الثروة السمكية المختصة مرفقاً

به رسم كروكي لموقع وضع الأقفاص ، ويفضل كذلك إثبات حيازتك لمساحة أرض قريبة من المسطح المائي المراد وضع الأقفاص عليه . فتقوم لجنة فنية لتقرير مدى ملاسة الموقع من حيث سرعة تيار الماء ودرجة تلوث الماء وعمق الماء ، ثم يصدر ترخيص بإقامة الأقفاص موضحاً به حجم الأقفاص وكمية الإصبعيات وما يصرح به من أعلاف ويلزم إبراز الترخيص لشرطة المسطحات المائية وأخصائى الهيئة وللحصول على بطاقة سمكية للتعامل بها عند صرف الإصبعيات والأعلاف ورعاية الأقفاص (بمقابل سنوى بعد العام الأول من الإنشاء).

مصادر الحصول على الزريعة :

زريعة الأنواع السمكية التى تفرخ صناعياً يمكن الحصول عليها من المفرخات السمكية بالعباسة وصان الحجر (بالشرقية) وفوه (كفر الشيخ) وصقط خالد (بحيرة) ، أما الأنواع التى لا تفرخ فتجمع زريعتها من مصادرها الطبيعية وهى محطات تجميع الزريعة بالمكس ومحطة مصرف غرب النوبارية (الاسكندرية) ومحطات تجميع جمصة (دقهلية) والجربى والطوال (دمياط) وكتشتر وزغلول (كفر الشيخ) ورشيد (بحيرة) والجميل (بورسعيد) وشندوره (السويس) . أى أن تقاوى (بنور) الزراعة السمكية Aquaculture Seeds من مصادرها الطبيعية أساساً قرب المصببات Estuarine بالنسبة لأنواع الماء المالح والأسن (الشروب) . فأكبر محصول لزريعة البورى خلال شهر يناير لازدهار الطحالب الدقيقة (غذاء البورى) وإن توافرت الزريعة تقريباً على مدار العام فيما عدا المدة من أبريل إلى يوليو حسب النوع وذلك لطول موسم وضع البيض (مايو - نوفمبر) . وزريعة سمك موسى تتوافر من أبريل إلى يوليو . كما يمكن الحصول على زريعة أنواع أسماك الماء العذب كالبليطى والمبروك والقراميط والفرخ من بعض محطات البحوث التجريبية التابعة لمعهد علوم البحار من خلال التربية الطبيعية والتكاثر الصناعى . وقد تم استزراع الجمبرى Penaeus kerathurus فى بحيرة قارون بنجاح . وتجمع بذرة الجمبرى من المياه قرب مصب النهر ومن البحر الأحمر ، وأقصى إنتاجها فى مايو .

ويجمع من المكس سنوياً ١٥ - ٢٠ مليون زريعة بورى ، بينما ينتج مفرخ العباسة ٤٥ مليون زريعة فى العام رغم أن تصميمه كان لإنتاج ٥٠ مليوناً فقط (من المبروك العادى والغضى ومبروك الحشائش وكبير الرأس ، والبليطى التيلى والجليلى والأوريا) بينما مفرخ صان الحجر فقطاقته الإنتاجية ٣٠ مليوناً زريعة فى العام (من نفس الأنواع التى يفرخها مفرخ العباسة) ، وينتج مفرخ صقط خالد (من نفس الأنواع) أيضاً ٣٠ مليون وحدة زريعة . وهذه المفرخات تابعة للهيئة العامة لتنمية الثروة السمكية . ويمكن الحصول منها على زريعة أسماك المبروك بوزن ١ جم فى دورتى تفريخ الربيع والخريف فى الشهور من مايو وحتى نوفمبر . وزريعة أسماك البليطى تجمع من المجارى المائية العذبة وشواطئ البحيرات .

نقل الزريعة :

نقل السمك الحى وخاصة السمك الخاص بالمناطق الحارة يعد مشكلة صعبة إذ تتفق مئات الآلاف من

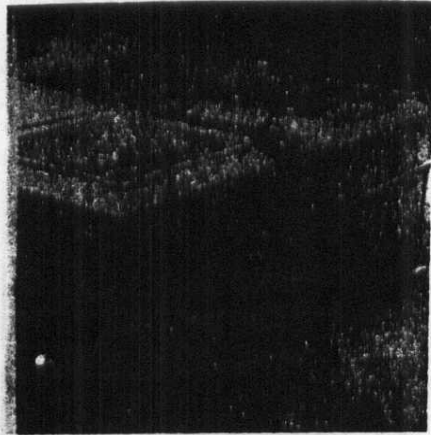
السّمك فى أثناء النقل ويبلغ الفقد فى المتوسط ٣٥ - ٥٠٪ وذلك يرجع للتفوق المفاجيء بالنقل لتكوين تقرحات عميقة فى الجلد تفزوها الطفيليات وغالباً الفطريات . وترجع أسباب التقرحات هذه لوجود مواد فى الماء تعمل على تجمد وإزالة الغطاء الدعامى الطبيعى للجلد ذى الطبيعة المخاطية التى تؤدى للملص اللزج للسّمك جميعه.

كما قد يرجع نفوق السّمك بالنقل للاختلاف بين ماء البيئة الطبيعية والماء المستخدم للنقل والحفظ ، إذ أن المجرى المائية والبحيرات الاستوائية لها طبيعة ترسيبية لاحتوائها على مواد سليولوزية تتكون من النباتات والطحالب وتهدم جزئياً بفعل البكتيريا أو الفطريات وبارتباط هذه المواد السليولوزية مع المواد الذائبة فى الماء تعمل على تنقية الماء كيميائياً ، إذ تعمل المواد السليولوزية المرتبطة كمواد مؤينة فى المياه الاستوائية .

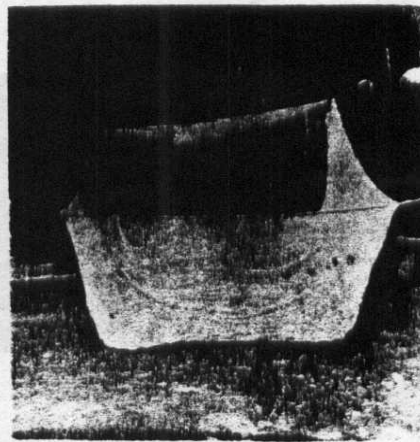
فنقل السّمك من الظروف الطبيعية إلى الأوانى بمانها المتغير الخواص وعديم المواصفات التنظيمية كالماء الطبيعى بجانب زيادة ثانى أكسيد الكربون فى أوانى النقل لازدحامها بالسّمك ، قد تؤدى إلى نوبان أيونات معدنية من الأجزاء المعدنية لأوانى النقل فى شكل كربونات ، وهذه الأيونات المعدنية تعمل بطريقة خاصة كمرسبات للسطوح المخاطية ، وأهم هذه المعادن المؤثرة بهذا التكنيك هى الألومنيوم والحديد والزنك والكوبلت والنحاس ، إلا أن الأنيونات الحامضية لها القدرة كذلك على تجلط مخاط الجلد ، فلذلك فإن الكبريتات والفوسفات وحمض السيليسيك لها أثر ضار . فوجود رمل الأحواض (سليكات الألومنيوم) يتحلل بفعل ثانى أكسيد الكربون الناتج من البكتيريا والسّمك ويوجد كمية إضافية من كربونات الألومنيوم فى ماء الحوض يعمل على ترسيب سطح الجلد للسّمك وتعرض الأسماك للعدوى الفطرية وعدوى Ich صعبة الشفاء ، كما أن إضافة المطهرات لأوانى النقل غير ممكن لاختلاف حساسية الأنواع المختلفة للسّمك للمطهرات ، كما إن إعادة تغيير ماء الأوانى أو إعادة نقل السّمك من الأوانى الملوثة لا يمكن إجراؤه . هناك أوان خاصة لنقل السّمك وحفظه حياً يضاف إليه مشتقات سليولوزية ذائبة فى الماء وغير سامة خاصة إثيرات السليولوز مثل ميثيل سليولوز أو صوديوم كربوكسى ميثيل سليولوز وغيرها بكميات لا تزيد عن ٥ جم / ١٠٠ لتر ماء .

أكياس بولييثين محقونة
بالأوكسجين لنقل كميات صغيرة
من الأسماك



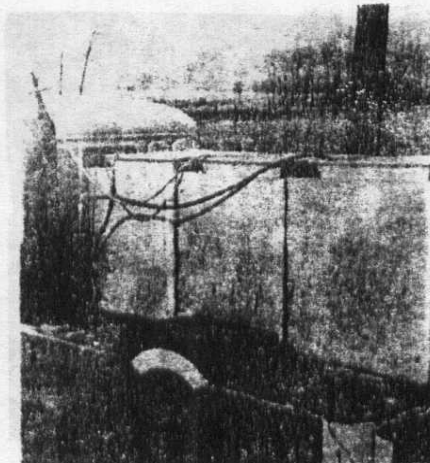


تانكات ألومنيوم لنقل السمك



شبكة لتعليقها داخل تانكات نقل معدنية

لورى مجهز بآنية وكسجين وتانكيت
لنقل السمك



لورى مجهز خصيصاً لنقل السمك فى
تانكات مزودة بالأكسجين أو الهواء
المضغوط، والتانكات معزولة حرارياً



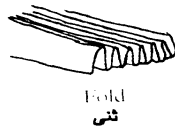
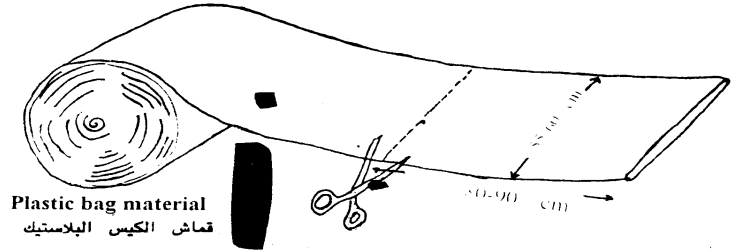
نقل الزريعة من المفرخ السمكي لمركز
البحوث الزراعية لبحيرة السد العالي.



وجد أن ميتابوليزم السمك في أثناء نقله في أكياس بلاستيك مغلقة يكون حوالي ثلاثة أضعاف الميتابوليزم الطبيعي ، كما أن الأسماك الصغيرة تتأثر أكثر بضغط النقل ، والأسماك الكبيرة تتطلب فترة صيام أطول قبل نقلها لتخفيض إخراجها للأمونيا.

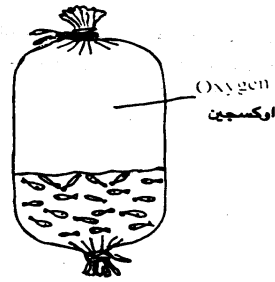
إذ انتشر استخدام الأكياس البلاستيك في نقل السمك في جميع أنحاء العالم منذ أوائل الخمسينات، ونشأت مشاكل هذا الأسلوب في النقل ومنها تغييرات درجة الحرارة ، استهلاك الأوكسجين الذائب، زيادة الحموضة وثاني أكسيد الكربون ، تراكم الفضلات النيتروجينية السامة .

لذلك استخدمت صناديق نقل معزولة ومزودة بأكياس ثلج إضافية ، وحل الأوكسجين محل الهواء على ماء النقل. وللتغلب على ثاني أكسيد الكربون والأمونيا فاستخدم التخدير ومنظمات pH والمبادلات الأيونية والنترة البكتيرية وإن كانت كلها غالية التكاليف وغير عملية.

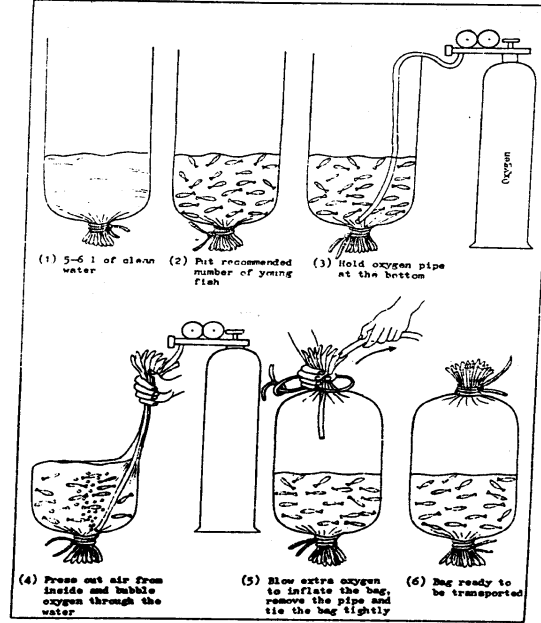


Melt and fuse the ends

إسالة وغلق الطرف

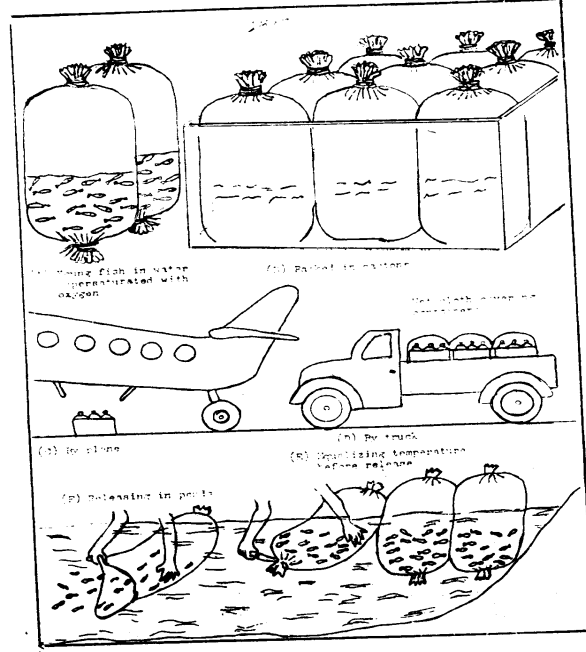


عمل أكياس بلاستيك لنقل زريعة السمك



تعبئة زريعة السمك في أكياس بلاستيك مع أوكسجين

- ١ - ٥ - ٦ لتر ماء نظيف.
- ٢ - وضع العدد الموصى به من الزريعة.
- ٣ - وضع أنبوبة (خرطوم) الأوكسجين في القاع .
- ٤ - خلص الكيس من الهواء بضغطه ثم اترك الأوكسجين يتدفق في الماء .
- ٥ - ضيخ زيادة من الأوكسجين ليتضخم الكيس واسحب الخرطوم واربط الكيس .
- ٦ - الكيس جاهز للنقل .



نقل زريعة الأسماك المعبأة في أكياس بلاستيك

- A - الزريعة في ماء فوق المشبع بالأكسجين .
- B - تعبئة الأكياس في كراتين .
- C - نقل بالطائرة .
- D - نقل بالسيارات .
- E - معادلة درجات الحرارة قبل خروج الزريعة من الأكياس .
- F - إطلاق الزريعة في الموضع .

لا يمكن نقل البيض لمدة طويلة لكن يمكن نقل اليرقات وزريعة السمك فى أكياس بلاستيك ٥ - ٨ آلاف يرقة أو سمكة صغيرة / كيس يحتوى ٥ - ٧ لتر ماء و ١٥ - ٢٠ لتر أوكسجين تحت ضغط وتنقل الإصبعيات عمر ٢ - ٤ أسابيع بمعدل ١٠ آلاف إصبعية / ١٠٠ لتر ماء مع وجود الأوكسجين كما سبق مع زريعة السمك.

السمك الكبير قد يجرح نفسه عند النقل فيجب تخديره وأقل طرق التخدير تكلفة هو استخدام الماء البارد (٥ - ١٠°م) كوسط للنقل أو استخدام الكيماويات الخاصة بالتخدير مثل M.S 222 ٥ جم / ١٠٠ لتر ماء (١ : ٢٠٠٠) ١٥ - ٢٠ ق ثم يخفف المحلول للضعف (للأسماك القوية كالمبروك العادى وكبير الرأس) أو خمسة أضعاف (١ : ١٠٠٠٠) (للأسماك الحساسة كالمبروك القضى) .

شروط السمك المناسب للاستزراع :

الاستزراع السمكى يتناسب عدد محدود من الأنواع ، وهذه الأنواع يجب أن يتوفر فيها :

١ - تحمل طقس المنطقة التى سترعى فيها ، إذ لا يمكن استزراع أسماك المناطق الباردة فى مزارع المياه الدافئة والعكس.

٢ - معدل نموها يجب أن يكون عالياً ، لذلك لا تستزرع الأنواع الصغيرة التى لا يصل طولها ١٠ سم.

٣ - التناسل تحت ظروف الرعاية وعدم تطلبها ظروف خاصة للتناسل.

٤ - تقبل الغذاء الصناعى الرخيص للحصول على معدل إنتاج عالى يصل أو يفوق حتى ١٠ طن / هكتار / سنة .

٥ - أن تكون مرغوبة للمستهلك كغذاء طعماً وشكلاً .

٦ - أن تتحمل كثافة عالية للعشيرة فى الحوض أى تكون اجتماعية فى كافة الأعمار للحصول على عائد اقتصادى جيد.

٧ - مقاومة للمرض وتقبل التداول والنقل بدون صعوبات.

وهذا يستلزم اختيار الأسماك الأجنبية التى ستدخل منطقتنا حتى لا تضر بالأسماك المحلية سواء بالافتراس أو بنقل الأمراض الفطرية والطفيلية ، كما يجب أن تتناسب نوى المستهلك المصرى من حيث المذاق وأن تتناسب ظروفنا البيئية حتى تتجع بسهولة وتتأقلم . وقد استزرعت أسماك البلطى والجرى والطوبار والمبروك وجارى استيراد البلطى من تايوان.

ونظراً لعدم الإلمام بتاريخ حياة معظم الأسماك ، فيقتصر الاستزراع أساساً على أنواع المبروك والبلطى والعائلة البورية وسمك اللبن والقرموط كأهم الأنواع فى النول النامية.

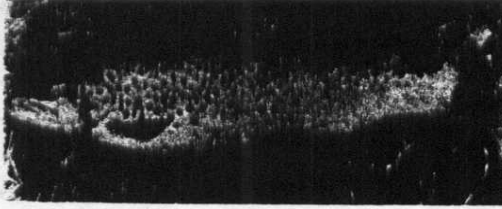
ويبلغ إنتاج المبروك ١٠٠ كجم - ٤٠٠ طن / هكتار ، والبطل ٥٠٠ كجم - ٦ طن / هكتار ، البردى
وسمك اللين في المتوسط ٢٥٠ طن / هكتار / سنة . وفي الحياة الباردة والمعتدلة تستزرع كذلك أسماك
السالمن والتراوت .

ويتوقف الإنتاج من المزارع ليس فقط على نوع السمك بل أيضاً على نظام الإنتاج في المزرعة
والموقف على نوع التغذية ، فالمبروك قد يبدأ إنتاجه من ٢٥ كجم / هكتار في المزارع المنتشرة ويحسن
الإنتاج بالتغذية الإضافية حتى يصل ٤ الاف طن / هكتار في مزارع الإنتاج فوق المكثف كما يوضحه
الجدول التالي :

الإنتاج السنوي من المبروك العادي في بلاد مختلفة (كجم / هكتار) :

المحصول	طريقة الانتاج	البلد
٤٠٠ - ٢٥	مزارع منتشرة في أحواض	أوروبا
٤٠٠ - ١٠٠	مزارع أحواض بتغذية	
١٥٠٠	مزارع مكثفة في أحواض	ألمانيا
٩٠٠ - ٥٠٠	أحواض صرف بدون غذاء	بولندا
١٢٠٠	أحواض صرف بدون غذاء	تشيكوسلوفاكيا
٥٠٠	مزارع أسماك ويط في أحواض	يوغسلافيا
٧٨٠	مزارع أحواض بدون غذاء	
٢٠٠٠ - ١٥٠٠	مزارع أحواض بتسميد طبيعي	إسرائيل
٢٥٠٠ - ١٥٠٠	مزارع مكثفة في أحواض	نيجيريا
١٨٠٠ - ٤٠٠	مزارع مسمدة مع التغذية	أنغوليسيا
١٥٠٠	مزارع مكثفة في أحواض	
٧٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠	مزارع أقفاص شبكية في ماء صرف أنهار بدون تغذية	الفلبين
٥٥٠٠	مزارع مكثفة في أحواض	
٨٠٠٠٠	مزارع مكثفة في أحواض مع تدفق الماء والتغذية	اليابان
٢٠٠٠٠٠ - ٤٠٠٠٠٠	مزارع مكثفة مع تدفق الماء	
يتوقف على سرعة تدفق الماء	مزارع في حقول أرز	
١٢٠٠ - ٧٠٠	مزارع أقفاص شبكية	
٥٠٠٠	مزارع في أحواض رى مع التغذية	
٤٠٠٠٠٠	مزارع بنظام مفلق لإعادة تدوير الماء	

تراوت بنى



تراوت قوس قزح



إنتاج زريعة بعض الأنواع السمكية :

البطي :

تنتخب أباء وأمهات ذات صفات وراثية ممتازة لرعايتها بداية من الطور اليرقى حتى طور التكاثر ، ويفضل أن تكون هذه الأباء (ذكور وإناث) من تفريخه الربيع لامتيازها بسرعة النمو ومقاومة الأمراض . ويمطى البطي في مصر ٦ - ٧ مرات وضع بيض في الوجه القبلى وحوالى ٤ مرات في الوجه البحرى ، فالأنثى وزن ٦٠٠ جم تمطى حوالى ١٢٠٠ - ١٥٠٠ يرقة في كل مرة ، أى حوالى ٧ - ٩ آلاف يرقة في العام ، وقمة التكاثر في الفترة من مارس إلى يونيو ويقل التكاثر في الصيف . فيوضع ٣ إناث / ذكر بمتوسط وزن ٦٠٠ - ١٠٠٠ جم بكثافة سمكة واحدة / ٢م في حوض تبويض مساحته ٥٠٠ - ١٠٠٠م على درجة حرارة ٢٦ - ٢٨ م فيعد ١٢ - ١٤ يوماً يمكن جمع الزريعة وقت سطوع الشمس أو في وضع النهار أو ليلاً باستخدام إضاءة صناعية وذلك باستخدام شباك صيد الزريعة .

وصناعياً يمكن الحصول على الزريعة باختيار أمهات وزنة ٣٠٠ جم وتوضع في حوض أسمنتي بمعدل ٣ - ٤ سمكات / ٢م بنسبة ٣ - ٥ إناث / ذكر ويعد ١٢ - ١٤ يوماً تجمع الزريعة . أو بعد ٣ - ٤ أيام تنقل الأمهات إلى حوض صغير ملحق بالحوض الأسمنتي ليتم إخراج البيض المخضب والأجنة والأطوار المبكرة من فمها وتحت الغطاء الخيشومى على أن توضع في أوعية الفقس والتحصين ليتم نموها ، وبذلك تنشط الأمهات وتاكل وينشط مبيضها فيمكن تكرار عملية التفريخ ٢٠ - ٢٥ مرة بمعدل مرة / ١٠ - ١٢ يوماً .

المبروك :

يمتاز بتكاثره طبيعياً في الأسر لمعظم أنواعه إضافة إلى سهولة تكاثره صناعياً بإدخاله في طور تبويض بالحقن الهرموني (سواء بالغدد النخامية أو مستخلصها أو هرمونها) من نفس النوع السمكي أفضل أو على الأقل من نفس الجنس أو العائلة . وعندما تظهر الأعراض والعلامات الخارجية الدالة على النضج الجنسي يتم جمع البيض والسائل المنوي وخلطه بمحاليل الإخصاب وترسيب الجروتين والفسيل فالتحضين الصناعي الذي يؤدي إلى قفس البيض المخضب في خلال ٢٠ ساعة تقريباً . وعادة تستخدم الأمهات في عمر ٤ - ٥ سنوات للتفريخ .

البوري :

يتم تفريخه طبيعياً ويستزرع في حوض البحر المتوسط وجنوب شرق آسيا وروسيا وتايوان واليابان ، سواء كان منفرداً أو مع أسماك الثعبان في زراعة مكثفة بمحصول ٩ طن / هكتار . وفي مصر يستزرع بداية من عام ١٩٢١ في بحيرة قارون . فتهاجر الأسماك من النهر إلى البحر في جماعات للتكاثر في شهر (أكتوبر - نوفمبر للبوري ، أكتوبر - ديسمبر للطوبار ، أغسطس - نوفمبر ومايو للجران) مختلفة حسب النوع ، وبعد الفقس تعود الزريعة في الربيع إلى موطن آبائها في النهر . ويوضع البيض شتاء في الليل ويفقس خلال يومين . ويتغذى الفقس طبيعياً (بعد امتصاص كيس الملح) على الهوائم النباتية (طحالب خضراء وخضراء مزرق وكوريلا ودياتومات) والحيوانية (يرقات أسماك وحشرات ونباتات وقشريات مثل الكوبيبودا والكلوبوسيرا إضافة إلى البروتوزوا والروتيفيرا) .

والتفريخ الصناعي Artificial propagation للبوري بدأت تجاربه في تايوان منذ عام ١٩٦٤ في Sanwei ثم في Tungkang كمواقع استراتيجية تمكن من الحصول على البوري الناضج حتى بسهولة من الصيادين بتعاون مكتب المصايد ومعهد بحوث المصايد وجامعة تيان الوطنية . وإستمر العمل في انتخاب ونقل وحجز والمعاملة الهرمونية للآباء Spawners ثم في رعاية اليرقات والإصبعيات .

ويتم جمع الأسماك الآباء The spawners من بين السمك المهاجر كل شتاء للشاطئ . لوضع البيض ، فتختار وتوضع في أكياس بلاستيك سوداء مليئة بالماء والأكسجين وتنقل إلى تانك العمل . ومعظم هذه الأسماك من عمر ٤ سنوات وطوله ٣٢ - ٥٠ سم ويزن ١ - ٢ كجم . وتانك العمل من الخرسانة بمقاييس ٥ × ٧ × ١٠ م . وفيه تفصل الذكور عن الإناث بشبكة نايون ، ويغذى التانك باستمرار بماء بحر طازج مع تهويته .

ويتم حقن الأسماك بمستخلص نخامية بوري ناضج (ذكور أو إناث) ، وتحفظ النخامية في اسيتون على ٥° م ، أو قد يحدث التبويض باستخدام السناهورين Synahorin وهو خليط من جوناوتوترويين المشيمية ومستخلص نخامية ثدييات. وأفضل النتائج تم الحصول عليها بحقن الإناث أول حقنة في ظرف ساعة من نقلها إلى تانك المعمل يليها ثاني حقنة في ظرف ٢٤ ساعة تالية ثم ثالث أو رابع حقنة إذا لم يكن هناك استجابة بعد ثاني أو ثالث حقنة . ويحدث التبويض غالباً بحقن ٥ - ٦ غدة نخامية مع ١٠ - ٦٠ وحدة أرانب rabbit units من السيناهورين وصفر - ٣٠٠ مجم فيتامين هـ وذلك بالحقن في العضلة الظهرية أما في الذكور فلا تحتاج معاملة هرمونية إلا إذا كانت مصادة في نهاية موسم الوضع ، فمعظم الذكور المصادة تكون تامة النضج ومستعدة لإنتاج سائلها المنوي milt بدون معاملة هرمونية .

والإناث الصحيحة تامة النمو تستجيب بسرعة للمعاملة الهرمونية فتتمدد البطن كثيراً ويخرج البيض بسهولة من الفتحة التناسلية بالضغط الخفيف على البطن وأحياناً يخرج حتى دون ضغط . ولفحص حالة البيض ، يسحب بعضه بماصة من الفتحة التناسلية لفحصه تحت الميكروسكوب فإذا كان البيض شفافاً وتام الاستدارة وبه حبيبه زيتية واحدة فيكون جاهزاً للإخصاب. وتنتج الأنثى وزن ٥ - ١ كجم عادة ١ - ١,٥ مليون بيضه.

يجمع البيض في حوض بلاستيك ، وبواسطة شخص آخر يجمع السائل المنوي من الذكور ويتركه ينساب على كتلة البيض . ويقوم شخص ثالث بخلط البيض بالسائل المنوي برفق بواسطة ريشة ثم يغسل البيض المخصب عدة مرات بماء لإزالة الدم والمواد الغريبة الأخرى ، ثم يوضع في ماء في تانكات بلاستيك مع التهوية للتفريخ . ويمكن استخدام الطريقة الجافة أو الرطبة للإخصاب الصناعي ، والفارق الوحيد بين الطريقتين هو أن الإخصاب يمكن حدوثه في أي وقت خلال ساعة باستخدام الطريقة الجافة لكنه يجب حدوثه في ظرف ٥ دقائق في حالة الطريقة الرطبة.

والبيض المخصب يكون مستديراً وشفافاً وغير ملتصق وبه كرية زيتية هفراء بقطر حوالي ٣,٨ مم . والبيضة قطرها ٩٣ - ٩٥ مم ويستمر البيض المخصب طافياً قرب سطح الماء تحت تهوية بسيطة وقد يستقر بعض البيض ببطء أسفل في الماء الساكن، والبيض الميت يرسب في القاع .

ويستخدم للتفريخ تانكات بلاستيك سعة ٥ - ١٠ طن وتانكات خرسانة ٥ × ٧ × ١,٥ م داخلية ، درجة الحرارة ٢٠ - ٢٤°م ويستمر تغيير المياه وتهويتها مع ارتفاع محتوى الأوكسجين الذائب وحركة بطيئة للمياه فبعد ١٦ - ٣٠ ساعة تحضن يتطور البيض إلى أجنة ذات صبغات سوداء ويقلص البيض في ٢٤ - ٢٨ ساعة على حرارة ٢٣ - ٢٤,٥°م أو ٤٩ - ٥٤ ساعة على ٢٢,٥ - ٢٣,٧°م على ملوحة ١ - ٣٠,٨ جزء في الألف.

رعاية البرقات :

هي اصعب جزء في التفريخ الصناعي ، البرقات حديثة الفقس تكون صغيرة جداً ٢,٥ - ٣,٥ مم

وشفاقة ولها ثنية زعنفية كاملة وموزع على جسمها الداخلى حاملات ألوان سوداء وحيونها عديمة اللون مع عدم تمام تطور الغم والقناة الهضمية ، ضعيفة العوم ورأسها لأسفل وبعطنها لأعلى ، لا تحب الضوء الشديد، وتقوم اليرقات الأكبر عمراً فى مجاميع . وأهم مشكلة هى توفير الغذاء المناسب ليرقات البورى ، إذ يتباين الغذاء بتطور اليرقات كالتالى :

الأيام بعد الفقس	نوع الغذاء
٣ - ١٣	بيض محار مخضب و يرقات trochophore
٥ - ١٨	rotifers من أحواض السمك للمياة الشروب
١٠ - ٤٠	copepods أنواع بقيقة أو مراحل يرقية تجمع من أحواض سمك المياة الشروب
١٦ - ٤٠	ارتيميا صغيرة فى الأول ثم البالغة فى النهاية
١٩ - ٤٤	صفار بيض مسلووق، رجيع أرز، دقيق قمح....

وفى نفس الفترة يقدم أكثر من غذاء وعند إحلال نوع محل الآخر يكون تدريجياً. وفى نهاية اليوم الأربعين تكون اليرقات قد صارت إصبغيات بطول ١.٥ - ٢ سم فيمكن إخراجها إلى الأحواض الخارجية

ورغم نجاح إحداث التبويض للتفريخ الصناعى فى الإنتاج المكثف ، إلا أنه - عملياً - مازال يعتمد على الإصبغيات المصادة من المياة الطبيعية للإنتاج التجارى للبورى فى أحواض . وتجمع من أكتوبر إلى مارس، ورغم أنها نوع واحد لكنها تختلف حسب موعد جمعها إلى أربع طرز أولاهها أى أبكرها جمعاً هى الأسرع نمواً . ويتم تجميعها عند مصبات الأنهار . وتنقل إلى ماء عذب لمدة أسبوعين حتى تزيد حيوياتها بعدها تخزن فى أحواض الرعاية فهى غير حساسة لتغييرات الملوحة لكنها حساسة جداً لتغيير درجة حرارة المياه فجائئياً لذا لابد من الحرص ومراعاة تدرج التغيير فى المياه .

والبورى من أكلات الكائنات القاعية benthic feeder ذو قانصة لا تختلف عن قانصة الدجاج لطحن الفضلات التى تلقفها من القاع . فإذا كان القاع غنياً بالمادة العضوية فيزداد معدل تخزين البورى إلا إذا تواجدت أسماك أكلات كائنات قاعية أخرى مثل المبروك العادى ومبروك الطين وعادة يخزن البورى بمعدل ١ - ٢ ألف / هكتار من المزارع المختلطة أو ٤ - ١٠ آلاف / هكتار من الأحواض وحيدة النوع.

سمك اللين (Milkfish (Chanos chanos :

توزيعه :

يوجد سمك اللين كالجوري في معظم الشواطئ الدافئة ، فيوجد في البحر الأحمر والمحيط الهندي وشواطئ شرق إفريقيا وأستراليا والمحيط الهادي من اليابان إلى الشاطئ الغربي لأمريكا الشمالية والمكسيك .

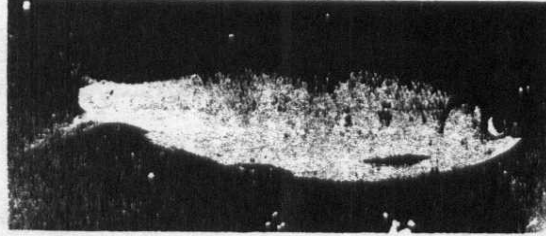
خواصه :

سمك اللين من الأسماك الملائمة للزراعة المائية في أحواض الماء الشروب أو العذب فهي تحتل مدى واسع من الملوحة من صفر إلى ٣٢ جزء / ألف ، وفي سريعة النمو رغم احتياجاتها الغذائية المتوسطة ، ونوع لحمها جيد . ورغم ذلك فإنها لا تتكاثر صناعياً في الحيس حتى بعد الحقن الهرموني ، وعليه فالزريعة اللازمة للاستزراع (كما في حالة البوري) يتم صيدها من الماء الشاطئ للبحار ومصبات الأنهار (وهذه المصادر الطبيعية لزريعة سمك اللين قد تكون متوافرة على مدار تسعة شهور سنوياً) من أبريل إلى أغسطس في الليالي التي يكون فيها القمر بدرًا و هلالا . واستزرع سمك اللين منذ قرون في إندونيسيا وتايوان والفلبين . وتتخذ هذه على الطحالب والبروتوزوا والفتات detritus . ويزيد محصول السمك بإضافة المواد العضوية أو غير العضوية للأحواض ، فيصل الإنتاج السنوي في تايوان حوالي ٢ طن / هكتار . ويزرع سمك اللين في مزارع وحيدة النوع monoculture ، ونادرا في مزارع مختلطة الأنواع polyculture مع البلطي الموزمبيقي والبوري وحتى مع الجمبري .

ويصل وزن سمك اللين في عمر ٢ سنوات إلى حوالي ٢ كجم وإن كان يمكن بيعه عمر ٩ شهور ووزن حوالي ٠ كجم . وإذا زرع أعمار مختلفة فيمكن صيد الأسماك بالصجور المطلوبة بالتحكم في حجم فتحات شبك الشياشيم . ويمكن لمزارع سمك اللين أن تمتد أساساً في منطقة الهادي الهندي والشاطئ الشرقي لإفريقيا وفي المكسيك ، إذ يوجد امتدادات واسعة من الأراضي غير المستعملة والمياه الساحلية المناسبة لصيد زريعة أسماك اللين .

ومن غير المعقول إنتاج سمك اللين إذا لم يتوفر سوق لهذا الإنتاج ، فمثلا في كينيا أوقف إنتاج سمك اللين الناجح لعدم إقبال الشعب على شراء أنواع سمك غير معروفة . بينما في تايوان وجاوا والفلبين هناك محدودية في زراعة سمك اللين لنقص الزريعة . كما أن نفوق الزريعة يزيد عن ٥٠٪ فيكون مكلفاً جداً إذا زرع بمفردها . فينبغي تطوير سبل رعاية الزريعة لخفض الفقد ، كما يجب الوصول إلى تحديد الاحتياجات الغذائية في المزرعة ، وكذلك التكاثر في الأسر حتى يظهر دور سمك اللين في الزراعة المائية .

سمك اللبن
Milkfish
(Bandeng)



رأس الأفعى Snakehead :

يستزدرع في تايوان عادة ، وله أعضاء تنفس إضافية لذلك يقاوم الجفاف الجزئي وانخفاض تركيز الأوكسجين الذائب. وهو من آكلات اللحوم فيغذى على ديدان الأرض و tadpoles والجهيرى والسمك وغيرها من الحيوانات المائية . ويبلغ في عامين ويبيض في الفترة من أبريل إلى سبتمبر على مدى حرارى ٢٠ - ٣٠ °م وتنضج البيض ويخصب في الحال ويكون قطره ٢ مم ويطفو بين النباتات المائية حتى الفقس فتخرج يرقات ٣,٨ - ٤,٢ مم بنية اللون ويصل طولها بعد ذلك إلى ١٠ مم فتبدأ في التغذية على الهوامم الحيوانية وحتى هذه المرحلة تحرسها أباؤها من تحت العش ضد أعدائها من الثعابين والضفادع والأسماك .

ويستزدرع منفرداً أو في مزارع مختلطة مع المبروك الصينى أو البلطى ويحصل على زرعته من المياه الطبيعية أو بالتكاثر الصناعى . وتجمع العشوش للبيض المخصب أو الفقس وتوضع في تانكات فقس أو حضانة والبيض المخصب لا يحتاج تهوية ويفقس على ٢٦ م بعد ٣٦ ساعة وعلى ٣٠ م بعد ٣٢ ساعة . وبعد الفقس بثلاثة أيام يمتص كيس المح وتنقل اليرقات إلى حوض الحضانة المسمد وقد يضاف إليه الروتيفيرا والدافتنيا rotifers and daphnia المستزرعة في أحواض أخرى ، وبعد أسبوعين يكون لون اليرقات برتقالى وتغذى على ديدان tubifex مقطعة ثم بعد ٢٠ يوما على ديدان كاملة ثم فضلات أسماك مقطعة لمدة ٦ - ٧ أسابيع ويكون طولها ٤ - ٦ سم ، ولونها رمادى غامق فتنتقل إلى أحواض الرعاية .

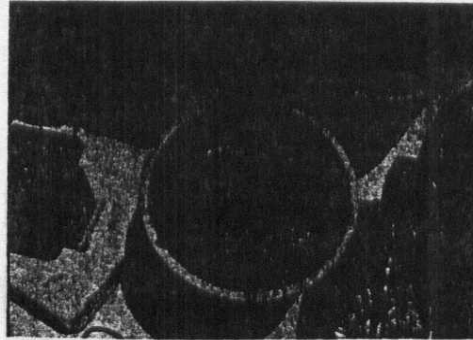
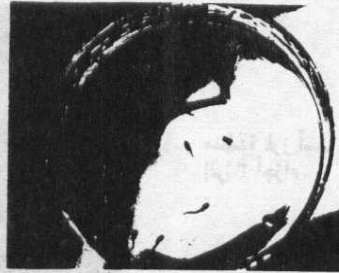
وللتفريخ الصناعى للأفراد في عمر عامين وزن حوالى ١ كجم فتضع الأنثى حوالى ١٠ آلاف بيضة لكل كيلو وزن حى ، تختار الأسماك وتحفظ ٢ - ٣ شهور في أحواض تفريخ brood ponds وتغذى على أسماك صغيرة حية أو tadpoles حية ، وفي مارس يمكن حقنها بالهرمون الذى تتوقف جرعته على درجة نضج السمك فتحقن السمكة وزن ١ كجم بنخامية واحد أو أكثر من المبروك العادى وزن ٢ - ٣ كجم مع ٢٠ وحدة أرانب من السيناهورين على جرعتين متساويتين بينهما ١٢ ساعة وتحقن الذكور مرة واحدة بمقدار نصف الجرعة المعطاة للإناث . وتوضع أنثى مع ذكر للتبويض والإخصاب في حوض عادى محجوز بشبكة نابلون لمساحة ٣ - ٤ م ، وقد توضع ٥ - ٦ أزواج من السمك معا في حوض صغير ٧ - ١٠ م بدون حواجز ، وعمق الماء في الحوض ٦٠ - ١٠٠ سم ، مع تغطية سطح الحوض بشبكة نابلون لمنع قفز السمك

للخارج ، وقد تستخدم تانكات بلاستيك سعة ٥٠ - ١٠٠ طن لهذا الغرض كذلك ، ويتم التبريد والتلقيح
ثاني يوم ، البيض المبيض يكون ميت ويجب إزالته والبيض السليم يكون لونه أصفر فاتحاً شفافاً كروياً
عائماً غير ملتصق بقطر حوالي ٢ مم . والإصبعيات طول ١٠ سم ، يصل وزنها ٦٠٠ - ١٠٠٠ جم في ٩ -
١٠ شهور .

فرز الزريعة :

عند استلام أو بيع الزريعة يجري عدها لبيعها بالعدد ، وعند تخزينها يجري فرزها لاستبعاد المريض
والشاذ والنوع المخالف أو حتى تجنيسها أو فرزها لأحجامها المختلفة حتى يمكن تجنب أكل السمك
لبعضه Cannibalism وحتى يتناول السمك الصغير غذاءه دون منافسة السمك الأكبر والأقوى وينبغي
تدريج السمك الصغير أوتوماتيكياً بالآلات التدريج بينما يدرج السمك الكبير على مناضد يدوياً أو آلياً . ويؤخذ
نصف لتر ماء في إناء ويسكب ببطء إلى إناء واسع صاج وفي أثناء السكب يعد الفقس وبالتالي يعرف
تركيز الزريعة ، وهي طريقة تقريبية وليست دقيقة .

زريعة السمك

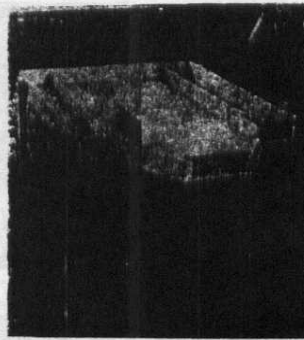


إصبعيات السمك قبل
تخزينها في مياه بحيرة
السد العالي يوضع إليها
الأكسجين في الماء .

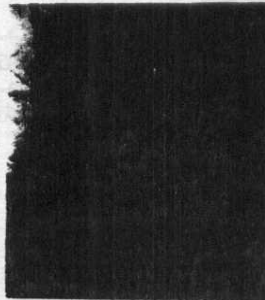
عملية عد الزريعة قبل
استزراعها (تخزينها)
في الأقطاص السمكية
ببحيرة السد العالي .



منضدة فرز أسماك مقسمة
إلى ٣ أجزاء .



فرز السمك لأنواعه وأحجامه لعزل الأنواع غير المرغوبة



الفصل الثاني الأحواض Ponds

متطلبات تخطيط وإنشاء حوض سمكى Ponds layout and construction :

١ - قطعة أرض :

وذلك لإنشاء البركة فيها ، ويجب ألا تكون التربة رملية أو مفككة أو غنية بالحصى فإذا أخذت قطعة من الطين من الطبقة السطحية وعصرتها بين يديك على شكل كرة وقذفتها في الهواء والتفتتها وظلت متماسكة فالتربة جيدة ستحتفظ بالماء . وينبغي أن تكون الأرض منحدره قليلاً بحيث يملؤها المطر وأن تكون في برقع مشمس وقريبة من المنزل لمراقبتها وقريبة من مصدر ماء . احفر حفرة بعمق يصل إلى خصرك واختبر جودة قاع الحفرة بالطريقة سالفة الذكر فإن كانت تربة السطح والقاع جيدة فإن الموقع مناسب لإنشاء الحفرة بطول ضلع لا يقل عن ١٤ م منها ١٠ م للبركة و٢ م لكل جانب . وقم بإزالة الأشجار والحشائش والأعشاب والجنود وسوّ قاع البركة أملساً واحفر بحيث يكون عمق الماء في الجهة الضحلة حتى عمق الركبة وفي الجهة العميقة حتى الخصر ، وتشكل ضفاف البركة من الحفر المستخرج ويعرض ٢ م مع دكة على أن تكون ذات ميل معتدل وليست شديدة الانحدار حتى تكون أكثر متانة . أعد فتحة للماء البركة في الجانب الضحل فوق مستوى الماء وفي الجانب العميق تجهز مخرجاً للمياه لعدم فيضان البركة ، وتعمل فتحات المنفذ والمخرج من المواسير أو سيقان الخيزران الكبير . ازرع ضفاف البركة لتقويتها ومنع انجرافها بسبب المطر . ومنع سرقة الاسماك توضع أغصان خيزران في قاع البركة فيمنع صيد الاسماك بالشباك .

وتحتاج أحواض السمك إلى تربة فقيرة عما تتطلبه الزراعة النباتية ، وبالتالي فهي رخيصة الثمن ولا تصلح عادة للزراعة النباتية بل تتحسن بزراعة السمك لإعادة استخدامها نباتياً فتستخدم التربة الطينية والغدقة والهامضية والرملية وتعطى محصول عالياً من البروتين الحيواني وعائداً نقدياً مماثلًا لما تعطيه الزراعة النباتية في الأراضي الجيدة .

وتتلائم أهمية طبيعة التربة في أحواض الإنتاج المكثف الذي يعتمد على التغذية الصناعية ، بل يتطلب ذلك أرضاً صلبة متماسكة خالية من الطين المفكك لسهولة تنظيفها وغسلها من مخلفات السمك ، وذلك إذا كان قاع الحوض غير أسمنتي ، وقد تسد قاع الأحواض الرملية بالتسميد العضوي (٥ طن / أكر) إضافة لفضلات السمك وأغذيته المستمرة (الأكر = acre = ٤٠ آر = are = ٤٠٠٠ م^٢ = ٤ هكتار) . وينخفض إنتاج الحوض السمكى باستمرار استغلاله لنقص واستهلاك المغذيات من التربة كمصدر أساسي للنمو النباتي ومصدر غير مباشر لتغذية السمك .

ويشكل الطين الحقيقي True mud أساساً لجزيئات التربة ويحتوى على كمية كبيرة من المادة

العضوية الناتجة من تكسير المواد النباتية ، سواء كانت نباتات أو هوائيات نباتية ، والتي تتساقط على قاع الأحواض الخصبة ، كما يحتوى على عدد كبير من البكتريا والكائنات التي تكسر المواد النباتية . ومعظم المادة العضوية المتحللة توجد كدويال humus والذي يسلك كمركب عضوى عالى الوزن الجزيئى ويوصف بأنه مادة غروية colloidal تتراكم فى التربة نتيجة التحلل البكتيرى للمنتجات النباتية والحيوانية ، وقد تكون هذه الغرويات (الدويال) فى صورة مخاليط حامضية فى التربة الحامضية أو فى صورة ملح كالسيوم لمعقد أحماض ضعيفة فى الأراضى المتعادلة أو القلوية الضعيفة المحتوية على الجير . وتحتوى الأحماض الدويال humic acids على الأزوت فى صورة تشبه البروتين بنسبة حوالى ٣٢ ٪ مع ٦٨ ٪ معقد مختلف لا يحتوى النيتروجين . ولعمل الدويال كحمض ضعيف فإنه إمساك جزيئات من المغذيات كالكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصوديوم تفوق قدرة الطفل ٣ - ٧ مرات . ويؤذابة الدويال فى الماء يرتبط بكل من القواعد والأحماض لتعطى روابط عضوية ضعيفة امفوتيرية amphoteric .

فطين الأحواض غنى بالمحتوى الغروى (ربما لوجود الدويال) وعالى القدرة على الامتصاص ٤,٩ مرة قدر التربة الزراعية أو ١٥٠,٦ مرة قدر الرمل . ويحتوى نيتروجين ٢,٨ مرة قدر التربة الزراعية أو ٢٤,٧ مرة قدر ما فى الرمل ، ولارتفاع قدرته على الامتصاص فعند إضافة البوتاسيوم أو الفوسفور للحوض بعد أسابيع معدودة تتواجد أكثر من نصف كمياتها فى الطبقة السطحية من طين الحوض والقليل كان حرا فى الماء .

ويرجع اللون الأسود للطين المبتل إلى تكوين الأمونيا من النشاط البكتيرى على المادة العضوية ، والأمونيا مادة مختزلة وكل المواد الأخرى كذلك فى حالة مختزلة فالكبريتات تختزل إلى كبريتيد والمواد الأزوتية مختزلة إلى أمونيا والحديد فى صورة حديدوز وبعض المواد العضوية تختزل إلى ميثان ، ووجود الأمونيا تصير التربة قلوية ووجود الحديدوز يكون لون التربة أسود وعند جفاف التربة مثلما يحدث عند تصفية الحوض لحصاد السمك ويدخل الأوكسجين تتأكسد الطبقة السطحية لطين الحوض ويتحول الحديدوز إلى حديدك والكبريتيد إلى كبريتات والأمونيا إلى نيتريت ، فالاختفاء الأمونيا وظهور الحامض تصبح هذه الطبقة حامضية ، ويسبب مركبات الحديدك يتحول لون السطح لطين الحوض إلى الأصفر أو البنى (بدلا من الأسود) وأساساً هيدروكسيد الحديدك الغروى والذي يكون شديد الامتصاص للأمونيا والكالسيوم والمنجنيز والفوسفات والسليكات .

ويخرج الأوكسجين (فى أثناء التنفس الليلي أو لنقص حركة المياه أو بعمق الحوض وترقيد المياه) من الطبقة المؤكسدة تنساب الأيونات المتصلة إلى الماء (إذ ليس للحديدوز قدرة على الاحتفاظ بالأيونات المتصلة) ومن ثم إلى النباتات والأسمالك كما أنه فى الوسط القاعدى يسهل غسيل الفوسفات من هيدروكسيد الحديدك . فانعدام الأوكسجين (وغنى التربة بالكبريت) تكون سامة على السمك لزيادة سُمك طبقة الطين المختزلة ووصولها إلى السطح بنقص الأوكسجين ، والكبريت يؤدى إلى حموضة التربة والماء بانتاج حمض الكبريتيك .

وبينما تأخذ الأكسدة دورها في سطح التربة ، فإن الاختزال يتواجد في الطبقات الأدنى ، أي هناك عمليات أكسدة واختزال في التربة المغمورة في أن واحد أو تغيير من حالة الأكسدة إلى الاختزال حسب الحموضة ووفرة الأوكسجين في المياه ، فعند فرق جهد ٣٢٠ - ٣٥٠ مليفولت يحدث التغيير من الأكسدة للاختزال في التربة المغمورة في المياه ، وعلى فرق جهد أقل من ذلك تحدث حالة الاختزال (طبقة الاختزال في حقل الأرز لها فرق جهد حوالي ١٠٠ مليفولت) وعلى فرق جهد أعلى من ذلك تحدث ظروف الأكسدة (الطبقة المؤكسدة لها فرق جهد حوالي ٤٠٠ مليفولت) ، وعلى pH حوالي ٨ / تنسب بالأوكسجين كما يحدث عادة في الجزء السفلي من الطبقة المؤكسدة يكون فرق الجهد حوالي ٣٥٠ مليفولت بين الطبقة المؤكسدة والطبقة المختزلة وهي ظروف حرجية.

والاختلاف في فرق الجهد ينتج من الشحنات الكهربائية لجزيئات الإلكترونات في التربة وهي المسؤولة كذلك عن ربط أو انسياب أيونات المغذيات الموجودة أصلاً في التربة وكذلك المضافة كإسمدة .

وإذا كانت الفوسفات والبوتاسيوم تحتفظ بها التربة فإن الأمر يختلف بالنسبة للنيتروجين ، ففي الطبقة المؤكسدة العليا تتأكسد الأمونيا إلى نيتريت ونترات حيث لا تمتص النترات والنيتريت على غرويات التربة فقد تنتشر جزئياً إلى الطبقة المختزلة السفلى من التربة وتهاجمها بكتريا تحليل النيتريت denitrifying وتختزلها إلى أكسيد النيتروز ونيتروجين حر يتسرب إلى الماء كفقاعات ثم تهرب للجو ، أي أن جزءاً من الأسمدة النيتروجينية يتكسر ويفقد دون أن تستفيد منه النباتات الخضراء ، ومن ثم يستمر الاحتياج للأسمدة الأزوتية التي تتطلبها الأحواض السمكية باستمرار.

فطين الحوض يتم وصفه بالمعمل الكيماوي للحوض ويخصه جزء هام من إدارة الحوض لبقاء الطين خصب باستمرار . لذلك فتجارب التانكات الزجاج أو الأحواض الاسمنتية مع الأسمدة تختلف نتائجها عند تطبيقها عملياً لأن عمليات امتصاص وتحرير المغذيات من الطين تعوز هذه التجارب.

والطبقة العليا من أرض الحوض ينبغي أن تكون ذات مواصفات الطين الغروي لتكون منطقة منتجة حقيقية ، إذ تنمي الطحالب الخضراء المزرقة التي تتغذى عليها بعض الأسماك . وعلى عمق ٢,٥ سم من سطح الحوض يوجد كبريتيد هيدروجين (لندرة الأوكسجين) قد يقتل الأسماك خاصة للأنواع التي لا تعتمد كلية على (أحواض الحضانة) . وقاع الحوض هام للتغذية الطبيعية للأسماك خاصة للأنواع التي لا تعتمد كلية على الغذاء الصناعي كالمبروك والبلطي.

فترة تجفيف الحوض سنوياً وكل ٢ - ٣ سنوات بصرف الماء وحصاد السمك وتعريض قاع الحوض إلى أشعة الشمس والهواء تساعد على حفظ خصوبة الحوض وقتل الحشرات والطفيليات والبكتريا المرضية، وفي أثنائها يتم صيانة مرافق الحوض من ضفاف وقنوات صرف وأهوسة sluices والتي يصعب إجراؤها في وجود المياه في الحوض . ومما يساعد على الخصوبة كذلك أن قاع الحوض تتراكم عليه بقايا المادة العضوية النباتية والحيوانية التي لا ينبغي اكتمال هدمها وإلا أدت إلى نقص الأوكسجين لاستهلاكه في

هدمها ، وتنشأ ظروف غير هوائية في قاع الحوض وتصير ظروف التربة والماء حامضية ونقص الأوكسجين والحموضة كلاهما ضار لنمو الكائنات ، ويتعرض الحوض للتجفيف وزيادة الأوكسجين يتم تأكسد (معدنه mineralization) هذه المادة العضوية ويحرر منها المغذيات التي تساعد على نمو الطحالب عند ملء الحوض بالماء . وبالتجفيف تنمو النباتات على القاع وتعمل كوسط لنمو الحشرات التي تستخدم كغذاء لبعض الأسماك . وفي أثناء التجفيف قد تحرث أرضية القاع إذا كانت التربة الخصبة عميقة . وقد يزرع الحوض بمحصول نباتي في أثناء تجفيفه ، مما يزيد من إنتاج السمك بعد ذلك من نفس الحوض نتيجة جفاف وتهوية التربة بنمو جذور المحصول النباتي . وبعد المحصول النباتي مصدر دخل إضافي (كالتجليات كاعلاف خضراء للماشية والبطاطس والشعير) وقد يحرث في التربة كسماد أخضر (براسيم وغيرها من البقوليات) .

فالخوض السمكي يجب أن يكون محكماً لا يرشح الماء من قاعدته أو جسوره أبوابه ، وأن يكون سهل التشغيل فيسهل ملؤه وصرفه . وتقام الأحواض في الأراضي البور وحول شواطئ البحيرات وفي البرك والمستنقعات (خاصة ذات مستوى الماء الأرضي المنخفض حتى يسهل تجفيفها وقت اللزوم) . ويجب أن تكون الأحواض سهلة الوصول إليها أي قريبة من المدن أو القرى ليسهل توفير الأسمدة والعلائق والتسويق والخدمات المختلفة .

٢ - مصدر المياه :

يحصل عليه من أي مصدر متوفر ، سواء مياه آبار أو خلفه على أن تمنع دخول الأنواع السمكية غير المرغوب فيها من الدخول إلى البركة بوضع مانع على فتحة منفذ الماء ، وكذلك تمنع الأسماك من الخروج من البركة بوضع مانع على المخرج والمانع قد يكون شبكة أو مصيدة أو أي شيء مثقب سواء كان معدنياً أو فخارياً أو خيزراناً مشقوقاً ومُصَفراً . ثم تملأ الحفرة بالماء . ويجب أن يكون مصدر الماء دائماً وكافياً وصالحاً سواء من ماء المصارف الرئيسية (الفرعية غالباً لا تصلح مياهها للمزارع السمكية) أو الآبار والعيون أو المطر أو ماء البحيرات . ولا بد من الحصول على تصريح كتابي من وزارة الري .

ويتم حساب احتياجات المزرعة السمكية من الماء كالتالي :

(بضرب مساحة الأحواض × عمق المياه) + (نسبة الفقد اليومي × مدة التربية) . على افتراض نسبة الفقد اليومي ٢ - ١٠ سم / م .

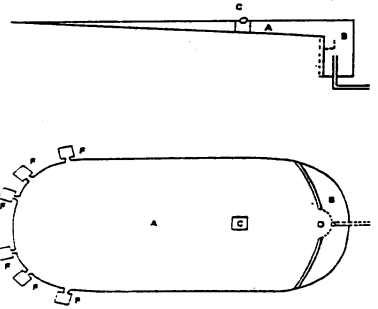
وإعادة استخدام ماء الأحواض السمكية (بتجديد ٢ ٪ من حجم الماء يومياً يسمى نظام إعادة دوران مغلق closed recirculating system ، أو بتجديد ١٠ ٪ من حجم الماء يومياً ويسمى نظام إعادة دوران نصف مغلق semi closed) يعد مشكلة لانخفاض قيم PH والتي يمكن منعها بإضافة منظم غير عضوي كإضافة هيدروكسيد الكالسيوم أو بيكربونات الصوديوم . ولا كانت أيونات الهيدروكسيل (المتحررة عند اختزال النترا) تتفاعل مع أيونات الهيدروجين (الناتجة من عملية النترة) فإن قيم PH تقل في حدود

التعادل ، ولما كانت العملية تدخل فيها بكتيريا اختزال النترات الغذائية والتي تتطلب مصدر كربوني للتغذية عليه ، فإن نجاح حفظ تعادل رقم P^H يمكن بلوغه بإضافة الميثانول كمصدر كربوني في حدود التركيزات غير السامة لبكتيريا النترية . كما استخدمت نشا الذرة كمصدر كربون أولى في عليقة السمك ، أو أضيفت نشا الذرة المتحللة في تانكات لتحتفظ نسبة الكربون / نيتروجين كمصادر غذائية عضوية للبكتيريا كنسبة ٨ / ١,٦ .

٣ - بناء الحوض :

تختلف مساحة الحوض وطريقة بنائه حسب الإمكانيات المتاحة ، فقد يكون لخدمة أسرة أو قرية بتوفير غذائها ، وقد يكون مشروعاً اقتصادياً للإنتاج والتسويق ، وقد يكون حلقة إنتاج متكاملة بداية من إنتاج الزريعة ورعايتها وتسمين الإصبعيات لحجم التسويق مع وجود أحواض خاصة لكل طور ومرحلة علاوة على أحواض الأبناء (ذكوراً وإناثاً) وأحواض التبويض وغيرها . وقد سبق وصف بناء بركة صغيرة في البند الأول من هذا الموضوع ، ولبناء مزرعة اقتصادية تتباين أيضاً مساحتها كثيراً لكن يفضل ألا تقل عن خمسة أفدنة ولاتزيد عن الخمسين إذا كانت سيرعاها فرداً واحداً . وحوض التربية يفضل ألا يقل عن فدانين ولا يزيد عن عشرة ، بينما حوض الحضانة تتراوح مساحته بين ربع إلى فدان ، ويفضل تعدد الأحواض في المزرعة لتجنب المخاطر وسهولة الإدارة . والأحواض المستطيلة أسهل في إنشائها وتشغيلها ويكون طولها ٢ - ٢,٥ مرة قدر عرضها ، على أن يكون محورها الطويل ممتداً من الشرق إلى الغرب ، تفادياً لنحر الجسور بفعل الرياح وإحداثها أمواجاً في الماء . وأحد اقتراحات أشكال أحواض الإنتاج لمزرعة تجارية يكون على النحو التالي :

- حيث إن :
- A = المساحة الإنتاجية بعمق ٥٠ سم .
 - B = خزان ليلي بعمق ٢ م .
 - C = مستوى ثابت لتدفق الماء .
 - D = مصيدة سلة .
 - E = ماسورة صرف
 - F = أحواض تربية وحضانة .



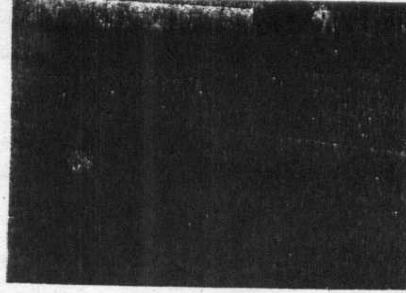
ولإنشاء حوض مساحته المائية خمسة أفدنة (٢١٠٠٠ م^٢) طوله من الداخل ٢١٠ م وعرضه ١٠٠ م ، وعمقه في المنتصف ١٨٥ سم ، وارتفاع جسوره عند نقطة البداية ١٦٥ سم ، وعرض قمة الجسر الرئيسى ٤,٥ م وعرض قاعدته ١٤,٥ م ، وعرض قمة الجسر الفرعى ٣ م وعرض قاعدته ١٣ م ، فيكون ارتفاع الماء في الحوض ١,٢٥ م مما يسمح بتربية مختلطة للبرى مع المبروك مع البلطى مثلاً .

وتجرى الأعمال المساحية لموقع الحوض بتحديد مكان قناة الرى في منتصف المزرعة ومكان المصرف الدائري حول المزرعة ومكان الجسور وأركان الأحواض وذلك باستخدام الأوتاد وتحديد منسوب البداية بعلامة ثابتة . والقناة الواحدة للرى تقلل فقد الماء ، والمصرف الدائري يحمى المزرعة من التعديات والتلوث . وتكوين الجسور تحدد عرض قواعدهما وعرض القمة والارتفاع ثم يستخدم بلدوزر فى كشط التربة ونقله إلى موقع الجسر على أن تتكون جسور كل حوض من ناتج حفر نفس الحوض ، والجسور الفاصلة بين الأحواض تتكون من أتربة الحوضين المتجاورين بالتساوى . عقب كل ارتفاع للجسر بمقدار ٢٠ سم يدك بالبلدوزر بالمرور عليه عدة مرات مع الرش بالماء لإحكام الدك . ويلزم كشط ١٥ سم فقط من جميع أراضي الحوض لتكوين جسور خمسة أفدنة إضافة إلى كمية مساوية ناتجة من تدرج الحوض . الحليل البسيط لجوانب الجسر يكفل عدم تحركه بفعل الأمواج ، فالليل المناسب للجسر ٣ م أفقى لكل أم رأسى . ويرفع الجسر بمقدار ٢٠ سم عن الارتفاع المقرر لتعويض الهبوط مستقبلاً . والجسر الرئيسى ينشأ من ناتج حفر المصرف الدائري . وقد يجرى تدبير للجسور لتقويتها وتدعيمها .

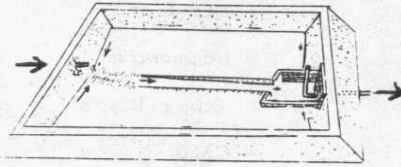
ويمهد قاع الحوض بتدرج ميله لضمان تمام صرفه وتجفيفه بسرعة ، فيعمل ميل من الجانبين الطويلين إلى الوسط بانحدار ٣ سم كل ١٠ م وبذلك يكون منتصف القاع بطول الحوض أعمق ١٥ سم عن الجوانب للحوض سعة خمسة أفدنة (١٠٠ × ٢١٠ م) فتتشتق قناة وسطية بعرض ٢ م وعمق يتدرج من صفر وينفس الميل (٣ سم / ١٠ م) فى اتجاه فتحة الصرف ليصل إلى عمق ٥٠ سم أسفل القاع ، وتنتهى قناة الصرف بحوض صيد ينشأ بتوسيع ١٠ م الأخيرة من طول قناة الصرف لتصير بعرض ٤ م وتعميقها ٥٠ سم إضافية ويبطن قاع حوض الصيد (بفرشة خرسانية سمكها ٢٠ سم) وبناء جوانبه بالطوب الأحمر بسمك ٢٥ سم (على طوية) وارتفاع ٨٠ سم مع ترك فتحة أمام قناة الصرف لدخول الماء من الحوض وتنحدر مياه حوض الصيد إلى المصرف من ماسورة بوابة الصرف .

تعمل فتحة رى أعلى من سطح الماء عند ملء الحوض بتركيب ماسورة تحت الجسر من المروى إلى الحوض ويركب عليها محبس على أن تكون الماسورة على فرشة خرسانية تدعم أسفل المحبس . كما تعمل فتحة للصرف سواء فى شكل بوابة مبانى ذات أكتاف للأحواض الكبيرة أو باستخدام كوع مواسير) مع استخدام ماسورتين متجاورتين للإسراع فى الصرف عند اللزوم (فعند إمالة الماسورة يصرف الحوض وعند اعتدالها يتوقف الصرف . ولقد أصبح هويس الصرف (المخرج) Outlet sluice نو بناء مقنن ويطلق عليه مصفى monk وقد يبنى أكثر من هويس حسب حجم الحوض . وتوضع شباك على فتحتى الرى والصرف لعدم هروب السمك أو دخول أسماك غريبة إلى الحوض .

أحواض جيدة الإنشاء.



حوض سمك يوضح الجسور وميولها والقاع وميوله (عرضية وطولية) وقناة الصرف وحوض الصيد وفتحتي الري والصرف .

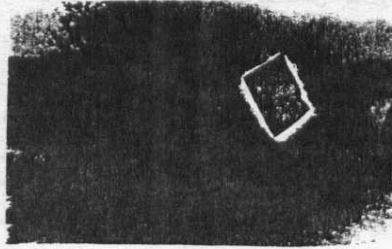


هذا وقد تتم حماية الجسور من المطر والرياح بزراعتها بالأشجار أو الشجيرات على الجوانب تجاه الريح وللخارج عن الحوض حتى لا تفكك جزورها الجسور وحتى لا تظل الحوض ، وقد تزرع للجسور بالحشائش والخضروات أو الموز لحمايتها من التآكل .

٤ - إدارة الحوض :

يجب حفظ الحوض خالي من النباتات غير المرغوبة ، التي تهدر المغذيات المتوفرة للسمك ، وتظل الماء، وتعيق حركة الأوكسجين ، وتحد من حيز المعيشة ، وتؤدي أعداء السمك ، وقد تملأ الحوض وتحوله إلى مستنقع. وقد تأوى القواقع التي تعول مسببات أمراض الإنسان والحيوانات كالبلهارسيا . وهذه النباتات إما أن تكون صلبة (بوص، سمار ، حلفا) أو طرية (نباتات تحت مائية حرة) . وتؤدي زيادة عمق الماء في الحوض إلى التخلص من كثير من هذه النباتات غير المرغوبة (فيما عدا القليل) من التي تظل أو

محشة ميكانيكية بأسلحة
رأسية وأفقية يقودها
موتور



يعاد نموها من جديد كالغاب عند ملء الحوض . وعادة تحش النباتات كالغاب ٢ - ٣ مرات كل موسم فقد يقضى استمرار الحش إلى موت النباتات . بينما النباتات المائية الحقيقية أو الطرية قد تكون مصدر مشاكل إذا نمت بدون توقف . وعادة يتحكم فيها باستخدام الأسماك أكلة العشب كمبروك الحشائش والبلطى الأخضر والبلطى المائلو بلورا .

وتقارم الحشائش عادة بتغذية الحيوانات عليها أو بحشها أو بحرقها أو باستخدام مبيدات الحشائش herbicides ومن بينها :

2,4 - D	٢ - ٤ - د
2,4 - D ester	استر ٢ - ٤ - د
2,4,5 - T	٢ - ٤ - ٥ - ت
sodium arsenite	زنيخيت صوديوم
Delapon (Dowpon)	ديلابون (دوبيون)
C.M.U.	س - ام - يو

إلا أن استخدامها لا يمنع إعادة نمو الحشائش ثانية ، وتستخدم كبريتات النحاس لمقاومة الطحالب الخضراء المزرققة بتركيز ٣ ٪ في ماء ساخن يرش على الحوض بتركيز لا يتعدى ١,٥ كجم / ١٠٠٠ م^٢ من الماء ، وأى أسمدة عضوية تزيد من نمو هذه الطحالب .

وقد تقاوم الطحالب الخيطية filamentous algae بيولوجيا في أحواض إصبعيات المبروك بإضافة عدد مناسب من المبروك الأكبر التي تحفر قاع الحوض وتكسر تجمعات وكتل الطحالب . كما تعميق نمو الطحالب بما تحدته من عكازه للماء . وفى المقاومة البيولوجية يعمل الأوز والبط كذلك على تنظيف جسور الأحواض من الحشائش كما تنظف المياه من كل أنواع الحشائش غير المرغوبة إذا حُمِلت على الحوض بأعداد كبيرة . ويجانب تنظيف الحوض فإن البط يسعد المياه ويدخل مصدر مال من لحوم البط ويزيد إنتاج الحوض من السمك .

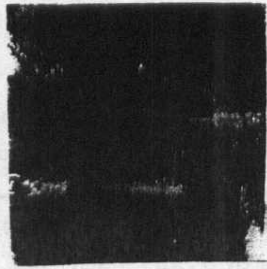
كما أن تربية كلاب الهائم كحيوانات فراء تعد أحد وسائل المقاومة البيولوجية للحشائش كالغاب والبوط أو السمار بجانب تسميدها للأحواض بما يزيد من إنتاج السمك ٥٠ ٪ .

وفى المقاومة البيولوجية للحشائش يستخدم التسميد الأزوتى - فوسفاتى - بوتاسيومى ٦ - ٨ - ٤ علاوة على ١٠ ٪ نيترات صوديوم على عدة دفعات متعاقبة مما يؤدي إلى زيادة نمو الطحالب الخيطية أو الهوام النباتية فتظل النباتات المغورة مما يؤدي إلى هدمها .

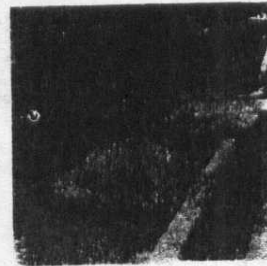
وفى إدارة الحوض قد يتطلب الأمر **تقليب الماء** أو تهويته لتشجيعه بالأكسجين ويستعمل لذلك

أنظمة متعددة إما بدفع الماء من خلال ماسورة مثقبة ومرتفعة عن سطح ماء الحوض ، أو بتركيب خلط هواء كهربائي على الحوض ، وتعمل هذه الأنظمة تحت الماء أو فوقه .

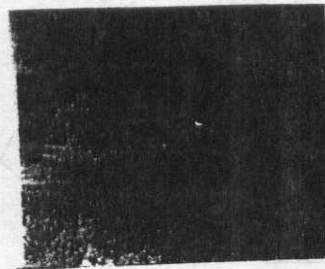
إغناء الماء بالأكسجين
بضخه من ماسورة مثقبة



خلط هواء كهربائي
على الحوض



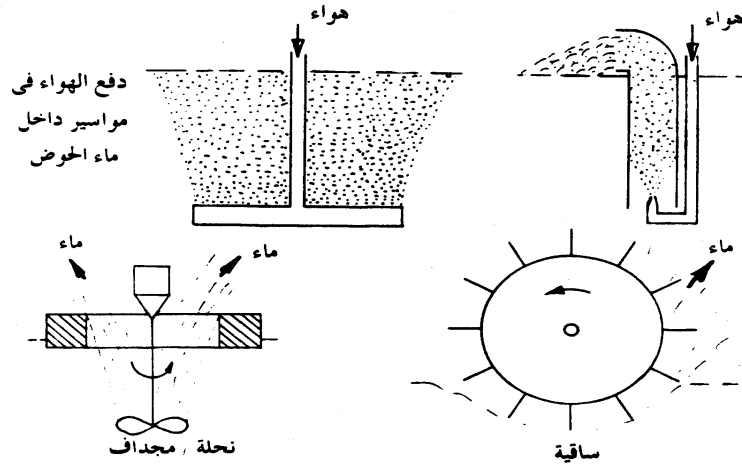
خلط هواء أوتوماتيك
نوار على سطح الحوض

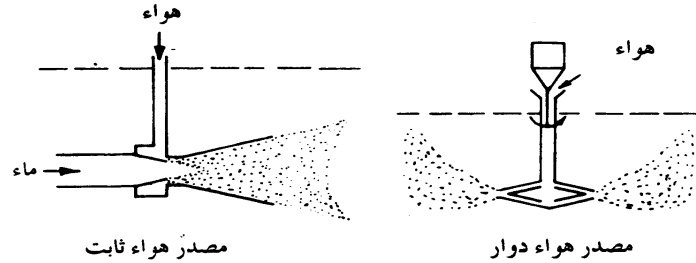


كما يلزم فى إدارة الحوض أن يتم تنظيفه (فى أثناء التجفيف) عند امتلائه بالطين فيقل عمقه مما يلزم تجفيفه بالبلدوزر أو يدوياً أو بالخرطوم عالية الضغط . ويستخدم هذا الطين لتسميد الحقول والحدائق أو لإصلاح الجسور . كما يزال الطين السائل من الهويس إلى حوض أكثر انخفاضاً لحين ترسيبه وإزالته . فتعميق الحوض ضرورى لأن زيادة الطين تخفض خصوبة الحوض .

كما يتم صيانة الجسور (عند التجفيف) نتيجة التلف الذى تحدثه الحيوانات مثل الحفر التى تحدثها الفئران والسرطانات crabs مما يؤدى لمشاكل تسرب مياه الحوض .

من سموم السمك fish toxins المستخدمة فى الصيد لبن الجير milk of lime الناتج من تقليب الحجر الجيري فى الماء ، والسابونين saponin قد يستخدم نفسه أو كمكون فى بذور الشاي، والروتينون rotenone أشهر سم سمك يوجد فى مستخلص جذور أشجار Derris التى تنمو فى المناطق الاستوائية ولها تأثير فعال مضاد للحشرات كذلك، كما تؤدى مستخلصات نباتات عديدة أخرى نفس الفعل السام على السمك لاحتوائها أساساً على الروتينون الذى يفقد وصى stupefy السمك فيسهل صيده لكن لو نقل السمك إلى ماء نظيف يفقد مفعول الروتينون حتى لو كان السمك ميتاً أى يصير صالحاً للاستهلاك الأدمى ، وإن استمر استخدام هذه السموم قديماً إلا أنها غير مشروعة الآن فى معظم البلدان . لكن يستخدم مسحوق Derris بتركيز حتى ٢٠ جزءاً فى المليون لتنظيف أحواض الزريعة من الأسماك المفترسة وغيرها من الحشرات والمفترسات ، وتستمر السمية ٨ - ١٢ يوماً بالجرعات العالية أو ٤ - ٥ أيام بالجرعات حتى ٦ جزء فى المليون.





إلا أن المبيدات الحشرية المختلفة المستخدمة في مقاومة آفات الأرز تقتل الأسماك (منها الاندريدن ، الديلدرين ، الالدرين) بنفس شدة مسحوق أشجار Derris أو مستخلص بذور الشاي . ورغم أن التركيز السام للسبك مثلاً من الاندريدن ٨ جزء في البليون وهو كما يبدو غير سام للإنسان إلا أن هذه المبيدات من الخطورة بحيث لا يمكن التوصية باستخدامها في قتل أسماك الأكل ، وإن استخدم الاندركس بمعدل ٧٠ سم^٣ للأكرو ماء عمق قدم (فتجان قهوة صغير / أكر ماء عمق قدم) للتخلص من الأسماك في الحوض قبل إعادة تخزينه بمدة ٢ - ٥ أسابيع ، أما الأسماك التي ستباع للأكل فتصاد قبل ذلك بأى وسيلة أخرى خلاف السموم والمبيدات . وقيل استخدام السموم أو المبيدات لتنقية الأحواض ينبغي التأكد من عدم تسريب الماء من الأحواض وإلا تلوث المياه العامة فتقتل أسماكها .

٥ - مصدر للتغذية :

بأن تعمل كومة سماد بلدى قبل حفر البركة بشهر بأن تعمل مظلة للحماية من المطر ثم ضغ طبقة من الحشائش والأوراق مضافاً إليها تربة سطحية بمقدار ما يفرغه مجراف واحد ورش بالماء كي تتحلل بسرعة ثم ضغ عليها طبقة من السماد المخلوط بقليل من الماء ومقدار ما يفرغه مجراف واحد من التربة السطحية (ويمكن أن تستميش عن الروث ببذور القطن والفاكهة النافقة والنفايات المنزلية ورماد المواقد) ، ثم طبقة حشائش وأوراق وطبقة سماد وهكذا ، على أن تبقى الكومة مبللة بدوام الرش بالماء كل بضعة أيام وتترك لمدة شهر لتتحلل، وخذ ما تحتاجه من السماد لبركتك من الجزء الأسفل من الكومة أى الأكثر تحللاً ، وأضف طبقات جديدة إلى الكومة كل أسبوع بحيث يكون لديك السماد العضوى على الدوام . يعد ملء الحفرة بالماء يضاف السماد العضوى إلى المياه ببناء معلق على شكل حوض مصنوع من الخيزران أو العوارض الخشبية في الجهة الضحلة من البركة واملأه بالسماء العضوى وبعد عدة أيام سيتحول لون الماء إلى الأخضر دليلاً على توافر المزيد من الغذاء الطبيعي مما يساعد على نمو الأسماك . وإبقاء لون المياه أخضر عليك وضع السماد العضوى في حوض المعلق أسبوعياً (سطلًا لكل ١٠٠ م^٢) .

وتسميد الأحواض Fertilization of the ponds هدفه زيادة إنتاج السمك بطريقة اقتصادية صحية عن التغذية الصناعية ودون التعرض لمخاطر أمراض التغذية ، فهي تحسن الظروف الصحية للأحوض ، وأهمية التسميد لزراعة السمك تماثل أهميتها في الزراعة النباتية . ولما كانت العناصر المعدنية فوسفور ، بوتاسيوم ، نيتروجين هي الأشد فقراً في ماء أحواض السمك ، فإن التسميد عادة يتم بأسمدة بها هذه العناصر واللازمة مع الضوء والحرارة للإنتاجات الأولية التي تشكل القاعدة الغذائية الطبيعية للأسماك . والأسمدة تعمل أساساً على طين القاع الذي يعتبر معمل إنتاج الحوض ، أي فعلها في الماء أو العوالق فعل غير مباشر . إذ يمتص الطين المواد المخصبة في الأسمدة والتي تعيدها ببطء حسب حاجة النباتات إليها وهذا يفسر إطالة فعل الأسمدة . أي أن الحيوانات ليس لها اتصال مباشر بالمغذيات المعدنية . ولا يستفاد من المادة المعدنية إلا إذا كانت في صورة محلول مائي . ويستخدم التسميد المعدني في أحواض إنتاج السمك المنتشر وشبه المكثف (ولأغراض صحية كذلك ينصح باستخدامها في أحواض النمو المكثف إذ تشجع على هدم إخراجات السمك والمتبقيات الغذائية) .

تختلف كمية ونوع السماد المستخدم من منطقة لأخرى ، ومن مزرعة لأخرى . فالتسميد يجري لتعويض نقص المواد التي توجد بكميات بسيطة جداً لإحداث إيزان كيميائي . ويجب مراعات الجانب الاقتصادي فلا يستخدم التسميد إذا كانت تكاليفه تزيد عن أو تساوي قيمة التحسين في الإنتاج نتيجة التسميد . إذا زيد التسميد الفوسفاتي فإن فوسفات الحديد والالومنيوم تترسب .

ولاستخدام الأسمدة قواعد عامة للحصول على التأثيرات المرغوبة :

- ١ - يجب أن يكون الماء والتربة متعادلين أو قلويين قليلاً ، لأن التربة الحامضية تقل كفاءتها للامتصاص ، فإذا كان الماء والتربة حامضيين فيتم التجيير قبل التسميد .
- ٢ - يجب أن يكون القاع مغطى بطين جيد النوعية غني بالغرويات ليس شديد السمك مكوناً من نفايات دقيقة من الطحالب والنباتات الفاتسة . الطين الرديء الناتج من النباتات الهوائية الغنية بالسليولوز التي تتحلل بمرءة يكون شديد السمك وقليل الإنتاجية .
- ٣ - النباتات القائمة يجب إزالتها بتكرار حشها أو معاملتها بمبيدات الحشائش ، وإذا تركت منها أجزاء فإنها تنافس الأسماك على الغذاء باستخدام السماد لنموها فتضعف القاعدة الغذائية اللازمة للسمك فإذا وجدت هذه النباتات في جزء من الحوض فلا يسد هذا الجزء . النباتات الطافية والفاطسة يجب حفظ نسبها بما لا يعوق نفاذية الضوء والحرارة .
- ٤ - يتم التسميد في وقت إعادة تخزين السمك بالحوض على القاع وهو جاف أو مباشرة بعد وضع الماء (باستخدام قارب بموتور لانتظام النثر) ويجب أن يكون السماد ناعم جداً ويكم لا يضر السمك .
- ٥ - الأسمدة المعدنية يمكن نشرها مرة أو عدة مرات (وإن وجد في حالات معينة أن التسميد مرة واحدة أفضل من تكرار التسميد بكميات صغيرة بانتظام) وعند التسميد مرة واحدة يفضل تكرار التسميد

عندما تبدأ العوالق النباتية في الاختفاء . وبالتسميد المنتظم بكميات صغيرة يفضل مع الأحواض ذات القاع الرملى قليلة الطين . بينما التسميد العضوى عادة يوزع عدة مرات بكميات صغيرة .

٦ - لخفض التكاليف فإنه يمكن قبل الاستعمال خلط مخلفات الأفران القاعدية مع سماد بوتاس . ولا ينبغي خلط الجير أو السماد الغنى بالكالسيوم (كمخلفات الأفران القاعدية أو الفوسفات) مع كبريتات الأمونيوم أو الأسمدة العضوية الغنية بأيونات الأمونيوم (كالسماد البلدى السائل) . يجب مرور فترة ٨ - ١٥ يوماً بين نثر السوبر فوسفات والجير لأن الجير يجعل السوبر فوسفات صعب الذوبان . الأسمدة سهلة الذوبان (سوبر فوسفات) يمكن نشرها عند بداية دفء الماء . أحواض الحضانة تسعد قبل تخزينها بالسمك لمدة ٢ - ٣ أسابيع كفترة تسمح بنمو الغذاء الطبيعي .

٧ - الأسمدة الفوسفاتية يمكن رؤية تأثيرها بالعين المجردة ، إذ يتحول لون الماء إلى اللون الأخضر نتيجة تكاثر طحالب معينة وحيدة الخلية وطفوها على السطح دليل ازهار الماء water bloom . ويتوقف تأثير الفوسفات على الإنتاجية على عدة عوامل ، منها الطقس فيتحسن تأثير الفوسفات في الصيف والربيع . وينبغي عدم تجديد الماء بعد نثر الفوسفات لمدة ٥ أيام حتى لا يزول السماد . ومن الأسمدة الفوسفاتية (متساوية القيمة تقريباً) السوبر فوسفات ، مخلفات الأفران القاعدية ، فوسفات ثنائى الكالسيوم والمفاضلة بينها على أساس وفرتها في السوق . مخلفات الأفران القاعدية أقل ثباتاً لكنها أكثر ملاسة للتربة الحامضية أو الخفيفة أو للماء فقير الجير (لفناء بالجير والعناصر المغذية الأخرى كالكالسيوم والمنجنيز والكوبلت وغيرها) . السوبر فوسفات سريع الذوبان فيناسب التربة الثقيلة والماء الغنى بالجير طبيعياً . أفضل كمية هي ٢٠ كجم أوكسيد فوسفور P_2O_5 لكل هكتار والتي تعادل ١٠٠ - ٢٠٠ كجم سماد (فى المتوسط ١٥٠ كجم) .

٨ - الأسمدة البوتاسية غير واضحة الأثر لوجود البوتاسيوم عموماً بكميات كافية فى التربة . إلا أنها تكون هامة فى حالة الأحواض الفقيرة فى البوتاسيوم أو منخفضة القلوية أو فى المناطق السبخ أو المستنقعية أو فى الأحواض صلبة القاع فقيرة النباتات المائية . والبوتاسيوم عموماً يساعد فى تطوير الغذاء الطبيعى ويحسن الظروف الصحية ويخفض من النباتات العمودية الضارة لكن يزيد من النباتات الفاطسة المفيدة . وقد اقترحت كميات ٣٠ - ٤٠ كجم أوكسيد بوتاسيوم K_2O / هكتار تزداد للضعف فى الأراضي المستنقعية أو السبخة . ويمكن خلط الأسمدة البوتاسية والفوسفاتية معاً .

٩ - الأسمدة النيتروجينية تزيد الإنتاجية . وأفضل نسبة بين الفوسفور والأزوت (وهى نسبة هامة) كنسبة ١ : ٤ فإذا قل الفوسفور أوقف استخدام النيتروجين الموجود فى الماء . والماء جيد المعدنة ذو القاع القلوى يمكن بلوغ نسبة الفوسفور للأزوت إلى نسبة ١ : ٨ وينصح بالتسميد الأزوتى فى الأحواض الجديدة فقيرة أو عديمة الطين . وإذا احتوى الحوض طبقة جيدة من الطين الغروى فإنها تنتج أزوت نفسها ، ولا تحتاج لتسميد أزوتى . إلا أن التسميد الأزوتى قد يكون له مزايا غير مباشرة مثل تحسين صحة السمك المطلوبة بشكل خاص فى أحواض الحضانة . ويستخدم من الأسمدة الأزوتية نيترات

الصوديوم أو كبريتات الأمونيوم وغيرها بمقدار ٥٠ كجم ازوت / هكتار (أو ٦٠ كجم كبريتات امونيوم / هكتار كل أسبوعين خلال فترة النمو ٧ - ٨ شهور) .

١٠ - السماد العضوى له فعل مرغوب على الإنتاج العالى للأحواض لاحتواء السماد العضوى على كل المواد الغذائية (تقريباً) اللازمة للدورة البيولوجية ، كما يحسن السماد العضوى من تركيب التربة ويساعد على تكاثر البكتريا فى الماء والتي بالتالى تحسن من نمو العوالق الحيوانية ، والمادة العضوية ضرورية لفعل الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية . إلا أن السماد العضوى محفوف بمخاطر نقص الأوكسجين خاصة فى ساعات الصباح الباكر والطقس الدافئ مما يوجب شدة ملاحظة الأحواض المسمدة عضوياً ، كما يساعد السماد العضوى على انتشار أمراض معينة (عفن الخياشيم) . والسماد البلدى يضاف على وجه الخصوص للأعمار الأكثر أهمية للسماك أى لأحواض الفقس وصغار الأسماك . ويوزع السماد البلدى باستمرار بمعدل ١ - ٣ مرات فى الأسبوع بكميات صغيرة فى أماكن معينة عديدة على الشواطئ أو ينثر بانتظام على السطح . وأفضل الأسمدة العضوية التى يتحلل عند تعلقه بالماء فيضاف فى كل مرة ١ م ٣ سماد بلدى سائل لكل هكتار (وإن كان محتواه من الأمونيا تعتبر سم خطراً على الأسماك) فى أحواض الرعاية الأولى ، أو ٢٠ - ٣٠ طن روث أو سيلة / هكتار على القاع قبل ملء الحوض بالماء . ولا يجب نشرالروث باستمرار لتأثيرها الضار على النشاط البيولوجى للتربة . لكن يضاف فى اكوام أو طبقات ، ولا ينثر بانتظام إلا إذا كانت التربة فى أول استخدامها وتتطلب غطاء خصباً من الطين الغروى . ويستخدم ماء الصرف (ماء الكساحة) لتسميد الأحواض ، وفى المانيا الغربية (ميونخ) يخصص ماء صرف كل ألفين من السكان لكل هكتار ، إلا أن هذا الماء لا يجب أن يحتوى سموماً ، كما يجب تنقيته ميكانيكياً ويهوى عند دخوله للحوض مع خلطه بماء نظيف بنسبة ١ : ٣ على الأقل .

من الأسمدة العضوية كذلك النباتات المائية الناتجة من تطهير الأحواض ، وناتج تقطيع النباتات الزراعية ، وترك الحنازير على قاع الأحواض الجافة لتسميدها بإخراجاتها ، ورعاية البط وتغذية الأوز على الأحواض لتسميدها بإخراجاتها (كل بطة تزيد إنتاج السمك بمعدل ٥٠ كيلو) فوضع ٢٥٠ بطة/هكتار ماء كحد أقصى منعا لزيادة السمك غير المرغوبة . والتغذية الصناعية للسمك تخلف جزءا غير مأكول من المادة العضوية فتعمل على التسميد غير المباشر وتعاقب المحاصيل حيوانية ونباتية يعتبر فى حد ذاته نوع من التسميد العضوى نتيجة ما تخلفه فى التربة وله فعل تسميدى قليل ملء الحوض قد يزرع بالحبوب والبقول فتعمل المادة الخضراء الصغيرة كسماد عضوى جيد ، تربية الماشية والدواجن وتغذيتها قرب الأحواض تعتبر مصدر منتظم للماد العضوية لحوض .

والأسمدة العضوية Organic manures ما تزال معروفة بأهميتها فى زراعة السمك رغم أهميتها أكثر للأراضي الزراعية عنها لأحواض السمك التى يحسن استخدام الأسمدة غير العضوية فيها .

السماد الأخضر green manure قد يعيد للحوض خصوبته بعد ٢ - ٣ إضافات فى شكل أكوام دون نشر على أرضية الحوض حتى لا يسحب أكسجين الماء بل تتحلل ببطء فتمد الماء بالغلذيات بمعدل بطيء مستمر . وقصد بحش الغصول الأخضر على قاع الحوض ، وقد يكون بقوى أو نجلى وقد ترعى عليه الحيوانات فسمد الحوض

كذلك . وأنسجة النباتات الخضراء المتحللة والمغفنة تعتبر غذاء جيداً للحشرات المائية من يرقات وديدان وغيرها عند يغذى عليها السمك أى أنها تغيد الأسماك مباشرة وليس كالأسمدة غير العضوية التى تغيد السمك غير مباشرة .

كما تستخدم الأسمدة البلدية السائلة Liquid manures من أسطوانات الماشية والخيول والخنازير فتعطى محصولاً عالياً من السمك لزيادتها نمو العوالق فيتحول لون الحوض إلى الأحمر لغذاء بالهوائيم الحيوانية . ويضاف السماد السائل فى الأجزاء الأعمق من الحوض على جرعات متكررة حتى لا تنتشر الطحالب الخيطية غير المرغوبة . ويفضل استخدام جرعات بسيطة من هذا السماد السائل ، ويفضل استخدامه فى الأحواض التى تتطلب معاملة غنية كأحواض الزريعة .

وماء الصرف sewage water عندما يلوث ماء الأحواض لوحظ أنها تزيد خصوبتها ، لذلك فيبعد ترسيب جوامد الصرف يترك السائل بالمادة العضوية ليرش (بعد خلطة بماء عذب بنسبة ٣ - ٤ : ١) على أحواض السمك بعد اكتسابه أو كسجين فيغذى الحوض ويزيد إنتاج السمك عنه فى الأحواض المزودة بالغذاء إذ أن مياه الصرف هذه قلوية وغنية بالفوسفات والنترات والنتريت كغذيات تزيد من إنتاج السمك بشدة فى المانيا واليزيا والهند وأنتونيسيا وغيرها كثير . كما تخفف من كميات الغذاء المضافة صناعياً للأحواض ، وتتأكسد مياه الصرف هذه فى أحواض السمك قبل صرفها فى الأنهار فبالتالى تمنع تلوث الأنهار وتقلل من تكاليف معالجة ماء الصرف .

السماد البلدى الحيوانى animal manure هو الأكثر شيوعاً فى استخدام فى أحواض السمك وهو ناتج الحيوانات والطيور المرباة على الأحواض التى تصرف فيها أرواث وأبوال هذه الحيوانات . وإن كانت إضافته مع الفوسفات لم تزيد إنتاج السمك عن الأحواض المسمدة بالفوسفات فقط . وقد تستخدم الأرواث كغذاء مباشر للأسماك ، وهى ذات قيمة خاصة لتربية الأحواض الجديدة التى تمدّها بالمادة العضوية الجاهزة المحتوية على المغذيات الضرورية فتوفر وتشجع النترته وتعمل تركيباً غريباً جيداً للقاع . وقد لا يفضل تسميد أحواض السمك بسماد قطعان الماشية والجمال والخيول لفناها بالقش الفنى بالسليولوز المقاوم للتحلل فيغطى تربة الحوض الخصبة ، بينما سماد الدواجن (٥ - ١٠ / هكتار) يصل لجودة الأسمدة غير العضوية وإن أدى إلى زيادة عفن خياشيم الأسماك . وينتج كل طن روث خنازير حوالى ٣٠ - ٤٠ كجم سمك زيادة ، وأفضل معدل تسميد بروث الخنازير ٣ - ٥ طن / هكتار وزيادته عن ذلك لا فائدة منه بل قد يضر الحوض . فالمادة العضوية فى الروث تشجع وتزيد أعداد البكتريا التى تعمل على تكسير المادة العضوية ، كما تنتشأ فى ظرف ٢٤ ساعة كتلة من الكائنات وحيدة الخلية نباتية وحيوانية تعتبر غذاء للحيوانات الصغيرة ويرقات الحشرات مثل Tubifex & Chironomids والتى تعتبر هى الأخرى غذاء جيد للأسماك، وتضاف أرواث الماشية cowdung بمعدل حوالى ١٠ طن / هكتار فتؤدى إلى إنتاج rotifers وقشريات صغيرة (cladocera وكوبيبودا) فى ٩ - ١٢ يوماً وقليل جداً من الطحالب وهذه الهوائيم الحيوانية الصغيرة أفضل غذاء لزريعة السمك الصغيرة جداً وهذا سر أهمية التسميد بالروث أو بالأسمدة الخضراء لأحواض الزريعة الصغيرة . والتسميد العضوى قد يكون بغضلات أكساب القطن والفول وعباد الشمس ومخلفات المطاحن ، فيضاف الكسب بمعدل حوالى ١٠ طن / هكتار بينما مخلفات المطاحن ٣ طن / هكتار . تضاف على التربة وتكرر كل سنتين ، كما تعتبر هذه الأسمدة كذلك غذاء مباشراً للأسماك والروث الناتج من السمك يسمد التربة فلا تحتاج الأحواض لأسمدة إضافية .

وقد تضاف الكميات الموصى بها التالية :

- مخلفات ماشية أو خيل ٦٧٢ كجم / هكتار / أسبوع .
- مخلفات بواجن ١١٢ - ٢٢٤ كجم / هكتار / أسبوع .
- مخلفات خنازير ٥٦٠ - ١٦٣٠ كجم / هكتار / أسبوع .

والتي تغنى عن التغذية الصناعية في الإنتاج المنتشر لكنها لا تكفى ولا يصير التسميد عضوياً اقتصادياً في حالة الإنتاج المكثف.

والسماد البلدى يحجم البعض عن استخدامه لصعوبة إضافته ولأن إضافته كفرشة على سطح الحوض قد يؤدي إلى إزالة الأوكسجين Deoxygenation لذا يفضل وضعه في كومات حول حواف المياه لخفض مساحة المناطق منخفضة الأوكسجين anox zones وزيادة التسميد بزرق الدواجن تضرر بخياشيم الأسماك (بلطى نهلى) .

وتلخيصاً لذلك فإن الأسمدة تزيد المحصول من ٥٠ إلى ٥٠٠ مرة قدر المحصول من أحواض غير مسمدة ، والأسمدة الكيماوية (غير العضوية) تماثل أو تتفوق على الأسمدة العضوية ، والأسمدة الفوسفاتية ذات أهمية قصوى لا تقارن بالأسمدة البوتاسية والأزوتية ، وإن ٣٠ كجم من الفوسفات / هكتار تعتبر أفضل معدل لكن يزيده هذا المعدل للماء الكلسي (أو الجيري) .

فالتسميد هام للإنتاج الطبيعي للأحواض سواء للنباتات المائية aquatic flora (أو الإنتاجية الأولية Primary productivity) أو الحيوانات المائية aquatic fauna (أو الإنتاجية الثانوية secondary productivity) .

الأسمدة غير العضوية لها تأثير متبقى هام جداً نتيجة امتصاصها على طين الأحواض ، وهي رخيصة إذ يتطلب منها كميات صغيرة وسهلة النقل والتخزين والاستعمال ، وتوفر الأسمدة الحيوانية لأهميتها للتربة الزراعية لتأثيرها الطبيعي على التربة ومحتواها من الأسمدة الكيماوية .

رغم أن الصمغية تساعد في انسياب المغذيات من التربة وتحجع الهدم البكتيري للمتخلفات (أسمدة خضراء وعضوية) ، إلا أن تصحيح الصمغية بإضافة الحجر الجيري أو كربونات الكالسيوم تزيد إنتاجية الماء بسحب ثاني أكسيد الكربون (من الماء والناتج من إذابته من الجو ومن نشاط الكائنات الحية بما فيها البكتريا) فيتحول إلى بيكربونات كالسيوم تعمل عمل المنظم buffer فتمنع الاختلافات الكبيرة بين النهار والليل في قيم pH كاحتياطي لثاني أكسيد الكربون والذي تستهلكه النباتات لتخليق مادتها النباتية مستفيدة بكربونه وتخرج الأوكسجين . وفي وفرة البيكربونات تنكسر ويخرج ثاني أكسيد الكربون ويتحول إلى الكربونات غير الذائبة فيستمر نمو النباتات على حساب هذا المخزون من ثاني أكسيد الكربون . وفي الليل يكثر ثاني أكسيد الكربون فيتحول الجير المترسب ثانية إلى محلول بيكربونات وتستمر الدورة .

كما أن إضافة الحجر الجيري له فوائد أخرى منها تضاد الآثار السببة لزيادة الماغنسيوم والصوديوم أو البوتاسيوم وكذلك تثبيت الأحماض العضوية الضارة كحمض الهيوميك (الدوباليك) أو الأحماض غير العضوية كحمض الكبريتيك . وتقلل تعرض السمك للأمراض .

التجيير Liming :

عملية التجيير أو إضافة الجير إحدى عمليات صيانة أحواض السمك وأنها تأثيرات مفيدة لصحة السمك والعوامل البيولوجية للإنتاج فمن فوائدها :

١ - أن لها تأثيراً مضاداً للطفيليات على قاع الحوض، وتبيد الطفيليات في الماء والسمك المصاب وفي العائل المؤقت لها ، وتبيد الطحالب والنباتات المائية غير صديقة الجذور ، وتبيد حشرات الماء ويرقاتها من أعداء الأسماك .

٢ - ترفع رقم الحموضة للماء الحامض ليصبح قلويًا خفيفاً بما يناسب أفضل ظروف صحية للأسماك والمحافظة على الدورة البيولوجية في الماء لتظل تحت ظروف مثالية لفعالية تكثيف إنتاج السمك .

٣ - تعاقب التجيير لزيادة القلوية (SBV) بما يوفر ثبات رقم الحموضة دون تغييرات قوية ، فيتوفر ثاني أكسيد الكربون بكم كاف لتجنب إزالة الكالسيوم بيولوجياً وتسمح بتمثيل النباتات ويكون هناك كالسيوم الكافي واللازم لنمو النباتات ولقشر الرخويات والقشريات . والكالسيوم بكم كاف يعادل الفعل الضار لأملاح الماغنسيوم والصوديوم والبرتاسيوم.

٤ - يحسن التجيير من القاع نتيجة تحرر القواعد ، تفاعلات متعادلة ، زيادة النشاط البيولوجي ، سرعة تكسير الطين ومكوناته السليولوزيه ، معدنة المادة العضوية ، انخفاض خطورة انتشار بعض الأمراض البكتيرية والطفيلية ، انخفاض خطر نقص الأوكسجين.

٥ - يرسب الزيادة من المادة العضوية المعلقة في الماء فتقل خطورة انتشار أمراض معينة وتنخفض خطورة نقص الأوكسجين .

٦ - تترتة nitrification المركبات الأمونيومية إلى نيتريتات ونيترات تتطلب وجود كميات كافية من الجير.

وتتم عملية التجيير عند الإنخفاض الشديد في رقم الحموضة وبالاختلاف الشديد في القلوية ، ويزيادة طين القاع جداً أو إهمال القاع (بعدم تجفيفه بانتظام كل شتاء) ، وبارتفاع محتوى المادة العضوية وخطورة نقص الأوكسجين ، وعند تهديد الأمراض المعدية ، وكوسيلة مقاومة يجب تتبعها بانتظام عقب تفريغ أحواض النمو المكثفة . وهي عملية مفيدة خاصة قبل تسميد الماء ، وإذا كان هدفها تحسين القاع فإنها تكون مؤثرة إذا غطت التربة بطبقة طين . إلا أن التجيير قد يكون محدود الأهمية بالنسبة لإنتاج الحوض إذا كان القاع غنياً بالجير والماء غنياً بالكالسيوم ، بل قد تكون عملية التجيير ضارة في الماء الغنى جداً بالكالسيوم لأنه تحت هذه الظروف يكون الفوسفور فوسفات كالسيوم غير ذائبة تترسب على القاع .

مسود التجيير :

يتم التجيير بالحجر الجيري المسحوق powdered limestone والذي يحتوى الكالسيوم في صورة

كربونات الكالسيوم (جير زراعى) غير ذائب فى الماء ويمرور الوقت يحوله ثانى أكسيد الكربون ببطء (فى مدة ١-٢ شهر) إلى بيكربونات الكالسيوم ذائبة . ويجب أن يكون ناعم السحق بأقطار حبيبات أقل من ١ مم . ويمكن التجيير بالجير الحى quicklime (أكسيد الكالسيوم) الذى يتحول إلى كربونات ثم بيكربونات الكالسيوم بفعل ثانى أكسيد الكربون، إلا أنه سام وقوى التأثير ويوجد فى شكل كتل أرمسحوق وتستخدم الكتلة فى عمل لبن الجير lime milk الذى يستخدم طازجاً للتطهير وقتل الطفيليات فى الأحواض الصغيرة، وأكسيد الكالسيوم الناعم جداً يستخدم لإبادة أعداء السمك وأمراضه ولتجيير الأحواض شديدة الطين فى القاع ولإحداث ترسيب المادة العضوية الزائدة المعلقة فى الماء . كما يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم caustic lime المتحصل عليه بإطفاء الجير الحى أو بتركه يتعرض للهواء (ويطلق عادة على سبيل الخطأ على هيدروكسيد الكالسيوم أنه جير حى ربما لسميته للأسماك)، ويحضر هيدروكسيد الكالسيوم من الكتلة أو الجير الحى بعد تكسيره إلى أجزاء فى حجم قبضة اليد ويفرد فى طبقات بارتفاع ١٥ سم ويرش باستمرار بمعدل ١٢ لتر ماء / ١٠٠ كجم جير حى . وتغطى الكومات بالتربة فيتحول الجير الحى إلى جير مسحوق ناعم .

طرق التجيير :

وتختلف طرق التجيير من تجيير قاع الحوض الجاف أو تجيير ماء الحوض أو التجيير فى أثناء تدفق الماء إلى الحوض حسب الهدف من التجيير فإذا كان الغرض مقاومة عفن الخياشيم بترسيب المادة العضوية فيتم تجيير الماء فى الحوض ، وإذا استهدف مقاومة الطفيليات أو تحسين التربة فيجبر التربة والقاع رطب . ويجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة عند رش الجير الحى أو هيدروكسيد الكالسيوم من ارتداء ثياب خاصة ونظارات مع حماية الأجزاء العارية من الجسم بدهانها بالشحوم مع عدم النشر ضد اتجاه الريح . مع الرش بانتظام وعدم ترك كتل كبيرة منها ، لأن فعلها يستمر طويلاً حتى عام بعد استخدامها مما قد يمتد السمك عند الاقتراب منها . ويضاف لبن الجير بمساعدة الماء عند ملء الحوض ويتم التطهير بالتجيير مرتين بفترة بينهما ٨-١٥ يوماً فى الخريف عقب تجفيف الحوض أو فى الربيع ولا يجب إجرائها فى موسم المطر الذى يغسل الجير . ويجب انقضاء فترة ١٠-١٥ يوماً قبل إعادة تخزين السمك فى الحوض .

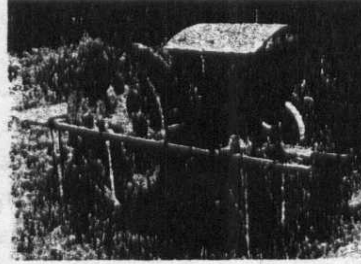
١ - تجيير ماء الحوض : باستخدام قارب ، ولا توجد احتياطات أمن بعينها عند التجيير بمطحون الحجر الجيرى ، وعند استخدام الجير الحى فيمكن توزيع حتى ٢٠٠ كجم / هكتار / يوم حتى لا ترتفع قيمة رقم الحموضة عن ٩,٥ .

٢ - تجيير قاع الحوض : تختلف الكميات المستخدمة كثيراً حسب الغرض منها وطبيعة التربة . فلمقاومة الطفيليات يستخدم ١٠٠٠ - ١٥٠٠ كجم أكسيد الكالسيوم / هكتار ترش على القاع وهو مبتل . وإذا استهدف تحسين التربة قبل استخدام المخصبات الأخرى فيستخدم ٢٠٠ - ٤٠٠ كجم أكسيد الكالسيوم / هكتار (تستخدم ضعف الكميات من كربونات الكالسيوم) . وإذا كان المراد زيادة قلوية حوض حامضى فإن الكميات تختلف حسب درجة الحموضة وطبيعة التربة، وأساساً يستخدم ٢٠٠ كجم أكسيد

كالسسيوم / هكتار كافية لزيادة SBV بمقدار وحدة واحدة، ولكن هذا يتطلب رفع رقم حموضة القاع لثبات التحسين ويتم ذلك باستخدام ٢٠٠ - ٢٥٠ كجم لكل هكتار حسب رقم الحموضة من ٤ إلى ٦ من ٦ وحسب ما إذا كانت التربة ثقيلة أو خفيفة.

ولا يتم التجيير وقت التسميد الفوسفوري وإلا ترسبت فوسفات الكالسسيوم دون استفادة. ويضاف الجير بمعدل ١١٢٠ كجم جير/ هكتار على قاع التربة الطينية أو ٥٦٠ - ١١٢٠ كجم/ هكتار على قاع التربة الرملية.

٣ - تجيير الماء عند دخوله الحوض : يساعد على تجنب النثر ويستخدم مطحنة جير توضع في ماء المروى بها قمع يوضع به الحجر الجيري لتكسيهه ، وضبط معدل تسريب مطحون الحجر الجيري لماء المروى ، وتعمل هذه المطحنة بتيار الماء وبذلك ترتفع من قلوية الماء الحامضي الضار للسماك.



طاحونة حجر جيري

والجير الحي أو أوكسيد الكالسسيوم أكثر كفاءة عن الحجر الجيري (الذي يحتوى فقط على حوالي ٥٠٪ أوكسيد كالسسيوم) لكنه سام وعدم الفائدة بالنسبة للإنتاجية حتى يسحب ثاني أوكسيد الكربون من الهواء أو التربة ويتحول إلى كربونات كالسسيوم ثم بيكربونات كالسسيوم ، لذا لا تخزن الأسماك قبل أسبوعين من معاملة الحوض بالجير الحي أو الجير المطفئ (يخلط الجير الحي بالماء) الذي يستخدم لتطهير الأحواض.

أما الأسمدة الفوسفاتية فهي أهم الأسمدة لأحواض السمك لضمان وجود الفوسفور عادة ، وأعظم تأثير يمكن الحصول عليه باستعمال الفوسفات مع الجير . وللأسمدة الفوسفاتية تأثير لسنوات بعد إضافته (٢ - ٣ سنوات) نتيجة تثبيت معظم الفوسفات في التربة ثم تحررها عند إعادة ملء الحوض في الموسم التالي. فيستمر تضاعف إنتاج الحوض المسمد عن الحوض غير المسمد ، وإن كان من الأربع التسميد سنوياً . ورغم أن الفوسفات يزيد إنتاج السمك حتى في الأحواض الحامضية ، لكنه أشد تأثيراً في الأحواض المجيرة للتعادل بالحجر الجيري . وقد أدت إضافة ٢٠ رطل فوسفات / أكر إلى زيادة إنتاج السمك ٣٠٪ عن إنتاج الحوض غير المسمد . إلا أن شدة زيادة الفوسفات قد تظهر نقص مغذيات أخرى مما يعيق الفوسفور عن تأثيره لزيادة إنتاج السمك . إلا أن زيادة الجير ترسب معظم الأسمدة الفوسفاتية

كمركبات غير ذائبة (كالسيوم فوسفات أو أباتيت) خاصة في الأحواض الطينية الغنية بالفرويات وكربونات الكالسيوم ، بينما يقل هذا التثبيت للفوسفات بتراكم المادة العضوية في الطين . إذ تعطى المادة العضوية في الطين كذلك ثاني أكسيد الكربون عند تحللها مما قد يقلل من شدة القلوية مما يؤدي إلى خفض تثبيت الفوسفات المضافة . وتزداد الاستفادة من الفوسفات كما يزيد تركيزها في ماء الحوض لمدة طويلة بعد التسميد أو أضيفت مع مادة عضوية (كالأسمدة البلدية) أو لو أضيفت في أحواض قديمة غنية بالطين الغني بالمادة العضوية ، لكن شدة التسميد العضوي (٧ طن روث ماشية / أكر) مع الفوسفات لا تحقق زيادة في الإنتاج عما حققته الفوسفات بمفردها .

وقد يضاف السوبر فوسفات الأحادي بمعدل ١١٢ كجم / هكتار / شهر أو الثنائي بمعدل ٥٦ كجم / هكتار / شهر ترش على الأحواض أو في محلول أو في سلال معلقة .

أما البوتاسيوم فلا يعد نقصه عاملاً محدداً في إنتاج السمك في معظم الأحواض ، إذ لا يختلف تركيب السمك من حيث محتواه من البوتاسيوم (المنخفض عادة ٠.٢٤ ٪) بتسميد أو عدم تسميد الحوض بالبوتاسيوم ، على العكس من الفوسفور التي قد يصل إلى ٢ ٪ من وزن السمك عند تسميد الحوض بالفوسفات ، فاحتياجات السمك من البوتاسيوم ضئيلة رغم أنه من المغذيات الأساسية فيحصل عليه مع الغذاء فلا يؤدي التسميد البوتاسي إلى أي زيادة في إنتاج السمك بل قد يخفف الإنتاج عند إضافته مع الجير أو الفوسفات عنه عند إضافتهما بدون بوتاسيوم . إلا أنه في الأحواض الفقيرة جداً يؤدي التسميد بالبوتاسيوم إلى زيادة إنتاج السمك بمعدل ٢٩ . كجم في أول سنة و ٥٧ . كجم في ثاني سنة لكل ١ كجم أو أكسيد بوتاسيوم . وعند إضافة البوتاسيوم فغالباً تضاف مع الفوسفات بمعدل ٣٠ كجم / هكتار أو أكسيد بوتاسيوم . وقد تضاف النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم معاً بنسب ٦ / ٨ / ٤ .

أما الأسمدة الأزوتية فتتأثر بها متباينة ، فقد لا تؤدي إلى تحسين الإنتاج أو قد تكون غير اقتصادية الاستخدام . وغالباً ما تشجع الأسمدة النيتروجينية من نمو الهوام (العوالق) النهائية كمادة خام هامة لإنتاج السمك ، إلا أن البكتريا والطحالب الخضراء المزرقمة تثبت النيتروجين الجوي في وجود الأوكسجين ، ووجود الفوسفات ربما يساعد في تثبيت النيتروجين بواسطة هذه الكائنات في الحوض . وعند التسميد الأزوتي قد يستخدم فوسفات الأمونيوم " ammophos " أو اليوريا أو الأمونيا المسالة (٢٠ ٪ نيتروجين) ذات التأثير المماثل لكبريتات الأمونيا بمعدل ٤٥٥ كجم / هكتار أمونيا أو ٥٦٠ كجم / هكتار كبريتات أمونيا .

ولما كان الماغنسيوم من المغذيات الضرورية فإنه يضاف كسماد لبعض الأحواض التي يعوزها الماغنسيوم فيضاف حجر الجير الماغنيسيومي خاصة عند زيادة محصول السمك أو نسبة تخزينه أو زيادة أحد العناصر السمادية الأخرى فيظهر نقص الماغنسيوم . وقد ترجع بعض فوائد الأسمدة البوتاسية لاحتوائها على الماغنسيوم وماله من تأثيرات سمادية manurial effects .

تحتاج الأسماك إلى تغذية صناعية كذلك ، بأن تصيف يومياً إلى البركة أى فضلات (حشرات ، نفايات مطاحن القمح ونخالة الأرز ، وبنور القطن المدقوقة في هاون ، نفايات السلخانات ، الفاكهة النافلة، نفايات المطابخ) بأن تنثر الطلف على البركة في الجانب الضحل حتى يمكن مراقبة الأسماك وهي تاكل، بحيث لا تعطىها كمية أكبر مما تستطيع أن تأكله . وإن كانت الأسماك تتمتع بصحة طيبة فستأكل بسرعة ، وإذا لم تأكل غذاها بأكمله فقلل الكمية في اليوم التالي . أما إذا أكلته بسرعة فأعطها كمية أكبر بقليل في اليوم التالي.

وتستخدم التغذية الإضافية لزيادة محصول السمك من وحدة المساحات فتكون تربيته اقتصادية خاصة في حالة عدم استخدام التسميد أو في حالة الإنتاج التجاري على مستوى كبير (إنتاج مكثف) حيث تزداد معدلات تخزين السمك ومعدلات نموه . وكل الأغذية لها قيمة سمادية متبقية residual manurial value لاحتوائها على الجير والفوسفور والبوتاسيوم مثلاً .

تؤدي حموضة المياه أو نقص أوكسجينها أو ارتفاع درجة حرارتها إلى خفض التغذية وبالتالي خفض نمو السمك ، وقد يختلف نوع غذاء السمك باختلاف الموسم وباختلاف العمر ، فتتغذى الأسماك على الهوائيم في وقت من السنة أو على اسماك صغيرة ويرقات حشرات في أوقات أخرى .

ومعظم الأسماك المستزرعة حتى لو كانت من أكالات اللحوم فإنها تحت ظروف الاستزراع تصير كائنات وتاكل كل ما يقدم لها من أغذية ، وحتى أكلة العشب منها كمبروك العشائش والبلطى الأخضر والبلطى الملائولورا فإنها تاكل شرائق نود الحرير والحشرات المائية واللحم والهوائيم الحيوانية .

تعتبر الأرواث الأدمية والحيوانية ضمن الأغذية الصناعية المباشرة للأسماك ، علاوة على أنها غذاء غير مباشر للأسماك عن طريق استفادة البكتريا منها وكذلك الكائنات النباتية التي تتغذى عليها الأسماك وكذلك infusoria المختلفة والتي بالتالي تتغذى عليها القشريات والديدان ويرقات الحشرات والتي تتغذى عليها كذلك الأسماك .

وأهم هذه المخلفات هي مخلفات مزارع الدواجن والخنازير لغناها ببقايا العلق التي ترفع من القيمة الغذائية للمخلفات وقد تحتوى الأرواث على فيتامينات B والبروتينات والإنزيمات الهاضمة (المخلفة في الجهاز الهضمي للحيوان) مما يفيد الأسماك ويرفع من معاملات هضم الأرواث في السمك .

أما روث البقر فينحل في التربة ويغذى الهوائيم ، لذا لا يستعمل إلا في أحواض السمك أكل الهوائيم . أى يستخدم كسماد وليس كغذاء مباشر للسمك .

وتأكل الأسماك روث البط و كلب الماء Nutria (حيوان فراء من القوارض) مباشرة علاوة على تأثير متبقياتها التسميدية ، بينما روث الإنسان غير صحتى الاستخدام لخطره على الصحة لاحتمال احتوائه على الطفيليات ويضربها كالديدان الخيطية والتي تنتقل إلى معدة المبروك المربى في أقفاص في المصارف في أندونيسيا كما تنتشر الديدان الكبدية في السمك في هونج كونج لكن تخمر composting or

fermentation كسح مجارى الحضر urban night soil وتحويله إلى سبلة أو سماد بلدى يقلل الخطر من الأمراض التى تنتقل إلى السمك لو استخدم طازجاً.

وتزود أحواض السمك بمناضد تغذية ، مساحة كل منها حوالى ١ م^٢ من الخشب ليفوض أسفل سطح الماء بمسافة ٥٠ سم وأعلى قاع الحوض بمسافة ٣٠ سم مثلاً وعلى أركان الإطار الخشبى عوامات وسطه وقاعه من الشبك ، فالقاع لحفظ مكعبات العلف ، والسطح لمنع الطيور . وتنتشر على هذه المناضد العلف المكعب أو العلف العائم لتغذية السمك دون فقد فى العلف .

تربية وإنتاج الأسماك :

بعد تخطيط وإنشاء الأحواض يلى ذلك الحصول على الزريعة من مصادرها الموثوق بها ، ومن أقرب هذه المصادر لتقليل مشاكل النقل . وتستقبل الزريعة (البذرة) فى أحواض تحضين صغيرة المساحة (حوالى ربع فدان) على أن يحضن كل نوع على حدة فى حوض مستقل . وينبغى أن يكون حوض الحضنة أقرب الأحواض إلى مصدر الرى وأسهل الأحواض رىاً وصرفاً وأكثرها إحكاماً . ومساحة فدان واحد تكفى لحضنة زريعة تفرد فى أربعة أحواض تربية سعة كل منها خمسة أفدنة .

ويبدأ الموسم بحوض جاف تماماً لدرجة التشقق، ويجهز بنثر طن سماد بلدى جاف هوائياً مع ١٠ كجم يوريا على الأقضية الجافة . تسد فتحة الرى بشبكة سلك نملية من الألومنيوم ، ويحكم غلق بوابة الصرف ، ويتم الرى لغمر السماد إلى ارتفاع ٣٠ سم ويترك الحوض حتى يتلون الماء باللون الأخضر الداكن فيفتح الماء ثانية حتى منسوب ٦٠ سم ويصبح الحوض جاهزاً لاستقبال الزريعة ، وللتأكد من ذلك اغمس شبكة صغيرة ناعمة لمدة ٢٤ ساعة ببعض الزريعة ولاحظ حيويتها استعداداً لنقل الزريعة فى اليوم التالى ، أما إذا مات عدد كبير من العينة الأولى فانتظر يومين وزود الماء ١٠ سم أخرى لتكوين اللون المرغوب ويعددها ونقل الزريعة إلى حوض التحضين . ومن المهم أن تبدأ النورة مبكراً فى الربيع حتى يمكن حصادها قبل موسم الأمطار فى ديسمبر . ففي أول مايو يمكن الحصول على زريعة عمر شهر من المبروك والبطلى بينما الطوبار يبدأ موسمه من يناير وإن كان يمكن الحصول على زريعة البورى المبكر فى شهرى أغسطس وسبتمبر وزريعة المبروك الخريفى والبطلى الناتج فى نهاية الصيف (نوفمبر) ليتم تشتيتها فى أحواض الحضنة . ويلزم ٢٠٠ ألف زريعة / فدان حضنة للبطلى أو المبروك (٨٠ ألف زريعة / فدان من الطوبار) بينما فى أحواض الحضنة المكثفة تصل حمولتها ١٠٠ - ٦٠٠ زريعة / م^٢ لكنها تتطلب تركيز البلانكتون والعلف التكميلى بحجم صغير (٥٠ - ٢٠٠ ميكرون) من مسحوق فول صويا ومسحوق قمح ومسحوق سمك ومسحوق دم وغيرها . وتبلغ حيوية الزريعة فى نهاية تحضينها ٣٠ - ٧٠ ٪ . تنقل الزريعة فى الصباح المبكر بأعداد مناسبة فى كيس النقل حسب مسافة النقل ، وتوضع الأكياس البلاستيك بالزريعة على فرشاة مبتلة من القش أو الحشائش الطرية وتغطى بقماش ميلل بالماء ، ومنوع التخزين بجوار الأكياس خوفاً من اشتعال أوكسجين الأكياس التى قد تكون منفسة أو مثقوبة.

عند وصول الزريعة إلى الأحواض يتم أقلعتها على البيئة الجديدة من حيث درجة الحرارة (يوضع الكيس نصف ساعة في الماء) والبيئة المائية (بالسماح للماء بدخول الكيس تدريجياً بعمل ثقب أو إضافته بكوب تدريجياً) ، وعند امتلاء الكيس تترك الزريعة تخرج وحدها . الأقلية ضرورية لزيادة حيوية الزريعة وخفض نفوقها . وبعد التأكد من حيوية الزريعة بعد نقلها إلى الأحواض بيومين يمكن بدأ برنامج التسميد من اليوم الثالث بإضافة ٤ كجم سوبر فوسفات كالكسيوم مذابة في ٤ صقائح ماء وذلك رشاً على أكبر مساحة من سطح الحوض صباحاً ، كروز التسميد الفوسفوري يوماً بعد يوم ، يضاف ٥ كجم زرق دواجن مبتل نثراً من جوانب الحوض يوماً بعد يوم بالتبادل مع سوبر فوسفات الكالسيوم ، يضاف ١ كجم يوريا نثراً مع زرق الدواجن . وحافظ على مستوى رؤية ٣٠ - ٥٠ سم بجهاز قرص الشفافية وذلك بالتحكم في كميات الأسمدة المستخدمة.

تراقب عمليات النمو والحالة العامة بوزن عينة من الأسماك بعد اسبوعين. أضف غذاءاً مصنعاً ناعماً نثراً على سطح الحوض في العاشرة صباحاً والواحدة ظهراً بمعدل ١٢ كجم يومياً تزداد كيلوجراماً كل يوم بعد يوم حتى تصل إلى ٢٧ كجم / يوم قبل نهاية شهر من وضع الزريعة (بلوغ الأسماك طور الإصبغيات بعد شهر تحضين) وقد يضاف رجيع الأرض للزريعة المبروك والبلطى بمعدل ٥ ٪ على الأقل من وزن السمك يومياً ، على أن يكون العلف مبتل في صورة عجينة . ويجب ألا تتجاوز فترة التحضين عن شهرين خوفاً من الكثافة العالية للزريعة في الحوض مما يعرضها للإصابة بالأمراض.

تنقل الإصبغيات من حوض الحضنة إلى حوض التربية التي تنقل فيه حتى تصل حجم التسويق. وعادة تكون أحواض التربية متعددة الأنواع السمكية في نظام إنتاج متعدد الأنواع للاستفادة من أكبر قدر ممكن من القاعدة الغذائية بالماء . فأسماك العائلة البورية تأكل الفضلات المتحللة على القاع بما عليها من كائنات دقيقة نباتية وحيوانية ، وأسماك المبروك إما أن تأكل يرقات بعض الحشرات (مبروك لامع أو عادي) أو تأكل النباتات الدقيقة الهائمة (مبروك فضي) أو تأكل الحيوانات الدقيقة الهائمة (مبروك كبير الرأس) أو تأكل النباتات الطرية (مبروك العشائش) ، بينما أسماك البلطى فمنه ما ياكل الكائنات النباتية الهائمة الدقيقة والفضلات المتحللة (بلطى نيلي وجليلي وحسانى) أو ياكل النباتات الطرية (بلطى أخضر) ، وأسماك القاروص وقشر البياض أكل لحوم أسماك (مفترسة) .. وأهم خلطات الأسماك الطويار والبلطى والمبروك والتي تتغذى على الكائنات الدقيقة المتوافرة في الأحواض جيدة التسميد، كما أنها تقبل التغذية الصناعية ويتم تخزين حوض التربية نو الماء العذب بارتفاع ١.٢٥ م مع التسميد والتغذية المكمل بالاعداد التالية من الإصبغيات للفدان :

طويار	مبروك لامع	بلطى نيلى
١٠٠٠ - ٣٠٠٠	٦٠٠ - ٧٠٠	٣٠٠٠ - ٥٠٠٠

وأحياناً قد يضاف ٣٠ أصبعية قاروص للتحكم في تكاثر البلطي (أو ٣٠ وحدة قشر بياض) أو ٢٠ - ٥٠ وحدة مبروك حشائش للتحكم في حشائش الحوض مع ٥٠ أصبعية مبروك فضي لكل فدان. ويلاحظ أن زيادة معدل التخزين لا يزيد الإنتاج بل الحصول هو نفس الوزن لكن من أسماك أكثر عدداً وأصغر حجماً . ونظراً لأن التربية في الشتاء تشكل عبئاً شديداً على المزرعة فيفضل الحصاد بعد موسم نمو واحد ينتهي في الخريف . ويمكن الحصول على الإصبعيات (إن لم تكن من إنتاج المزرعة) من المفرخات ومراكز التجميع لو توافرت وإن كان الأفضل كثيراً أن تحصل عليها من مزرعتك من أحواض الحضانة . فقد تتواجد أصبعية مبروك وبلطي مخزنة في أحواض تشتهى من عام سابق في المفرخات .

ويجهز حوض التربية بنفس الطريقة بأن يجفف الحوض حتى يتشقق ويخريش ويحرق فقط لاقتلاع البوص وخلافه . وقد يغسل إذا كان ملحاً ، ويعاد تجفيفه ، ينثر طن سماد بلدي / فدان مع ١٠ كجم يوريا ويغمر الحوض بالماء حتى ارتفاع ٤٠ سم ، ويضاف ٣٠ كجم سوبر فوسفات كالسيوم مذابة في أكبر كمية من الماء رشاً على سطح الحوض فيعمل السماد الفوسفاتي على كبت نمو النباتات الجذرية مبكراً لنمو الهوائيات النباتية بغزارة وحجبها لضوء الشمس عن نباتات القاع غير المرغوبة. يزال الريم كلما تجمع في أحد جوانب الحوض ، يرفع مستوى الماء إلى المعدل المطلوب (١٠,٢٥ م) إذا كان هناك احتمال نمو نباتات مائية مع العناية بالتسمي الفوسفاتي (إذ يمكن تكرار التسميد الفوسفاتي بعد ١٥ يوماً بنفس المعدل) والتبكير في خدمة الحوض قبل موسم نمو هذه النباتات . ولا يصلح الحوض لاستقبال الإصبعية إلا بعد أن يميل لون الماء إلى الإخضرار . يرفع منسوب الماء في الحوض إلى ٨٠ سم قبل نقل الإصبعية . وتسمى عملية نقل الإصبعية إلى حوض التربية بعملية الشتل على افتراض أن حوض الحضانة هو المشتل. ويصل وزن الإصبعية تقريباً ٥ - ٢٠ جم . وكلما احتجنا إصبعية أكبر نحتاج مساحات تحضين أكبر . ويفقد في مرحلة التربية حوالي ١٠ ٪ من عدد الإصبعية مع التداول الجيد .

ويتم الشتل بصيد الإصبعية من حوض الحضانة بشبكة من طبقة واحدة ضيقة العيون تسمح بحجز الأسماك في أحد جوانب الحوض ثم تنقل بالملاقيف إلى وعاء النقل البلاستيك نون الإمساك بالأيدي ، ويعد صيد معظم الأسماك يصفى الحوض في حوض الصيد وتنقل الأسماك بالملاقيف من حوض الصيد إلى وعاء النقل . وتخزن الأسماك بالعدد باستخدام منضدة الفرز لاستبعاد الأسماك الغريبة والمريضة ، وتنقل الأسماك التي تعد أولاً بأول لأحواض التربية. يتم وزن عينه (١٠٠ سمكة) في جردل معلوم الوزن بما فيه من ماء ويكرر الوزن كل أسبوعين ، لتحديد برنامج التغذية ، الأقلمة في هذه المرحلة غير مطلوبة لتساوي ظروف المزرعة فمياها واحدة ودرجة الحرارة واحدة ، فيكفي ترك الإصبعية تخرج براحتها إلى الماء .

وتتم التغذية علي عليقة جاهزة أو مكونة من رجب أرز وكسب بذرة قطن بنسبة ٤ : ١ وذلك بمعدل ١ ٪ من وزن السمك يومياً تزداد إلى ٣ ٪ حسب إقبال السمك على التغذية ، على أن تقدم العليقة في صورة عجينة طرية وقت الظهيرة في أماكن ثابتة بداية من ثاني يوم للتخزين.

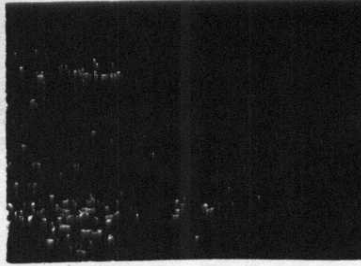
أحواض التثنية لكل نوع سمكى على حدة لتثنية أصبعيات البورى والمبروك والبلى المخزنة فى سبتمبر وأكتوبر ، وهى عبارة عن أحواض الحضانة بعد رفع منسوب مياهها إلى ٢ م وعمل مصدات رياح فى الجانب الشمالى والغربى ، وتزود بالرجيعة بمعدل ١ ٪ فقط من وزن السمك فى الأيام الدافئة فقط .

بالنسبة للأحواض التى لا يتم صرفها تماماً عقب صيدها فيمكن القضاء على ما تبقى بها من أسماك أو حشرات باستخدام أحد المبيدات الحشرية الفوسفورية كميثيل باراثيون بتركيز ٢٥ جم / م (٥٠ ٪ مادة فعالة) ويزول تأثيرها فى مدة أسبوع . وبالنسبة للسور فوسفات يمكن وضع الكمية المقررة منه للحوض أمام فتحة الري عندما يصل منسوب الماء فى الحوض ٤٠ - ٥٠ سم (بدلاً من إزالتها فى صفائح) .

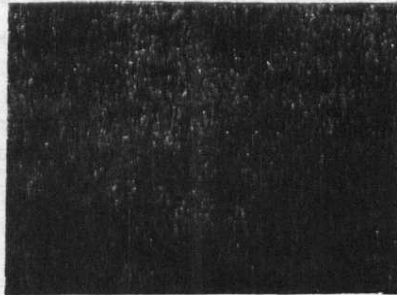
يجب التأكد يومياً من صلاحية الماء باستخدام قرص الشفافية للتحكم فى جودة الماء من خلال معدلات التسميد والتغذية . وتكفى ٤ شهور لتربية المبروك والبلى لأقل وزن تسويق ، لذا قبل الحصاد الجزئى (فى يوليو وأغسطس) تمنع التغذية يوماً ثم يوم الصيد تجذب الأسماك فى أحد أركان الحوض بالتغذية فيتم صيدها بشبك متسع العيون لصيد الأسماك الكبيرة ولا يخشى على البورى إذ يتفادى الشبك إذ لم يرتفع فوق سطح الماء ، وتترك أسماك القاروص لمقاومة زريعة البلى الناتجة فى الحوض ، وتترك أسماك مبروك الحشائش والمبروك الفضى . ويتم صيد باقى المبروك والبلى مع البورى والطوبار (خلال شهرى نوفمبر وديسمبر .

وعلى ذلك فالمرزعة السمكية فى حالة عمل مستمر طوال العام بداية من إعداد الأحواض لاستقبال الزريعة فى أوقات متفرقة من السنة (حسب نوع السمك) ، وفى إعداد أحواض التربية والتثنية والحصاد الجزئى ، ومتابعة يومية لنظافة غريال الري ومنع إنسداده ، وملاحظة منسوب الماء وحالة الماء والتغذية ، وملاحظة حالة الجسور وبوابات الصرف وعدم تسريبها للماء ، وهناك أعمال أسبوعية بشأن التسميد العضوى والكيمائى ووزن عينات سمك لتعديل برنامج التغذية ، وأعمال شهرية لإزالة النباتات والأعشاب والحصاد الجزئى للأحواض المزدهمة بالسمك ، وأعمال سنوية من تجفيف الأحواض وتججيرها وصيانة مرافقها من جسور وقناة الصرف والبوابات والميول وغيرها . وعند تكاثر البومض وانتشار يرقاته والخنافس فتقاوم فى أحواض الحضانة يرش السولار والمأزوت (٢٠ لتر + ٥ لترات على الترتيب / فدان) على سطح الماء لخلق الحشرات دون تأثير على الأسماك .

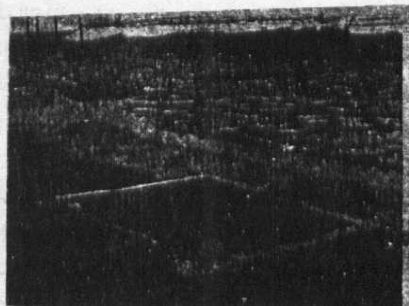
**تجفيف الأحواض
حتى تشقق**



زريعة أسماك المبروك



هوض أقلعة الزريعة



قرص الشفافية



ويتم تخزين البلطي في أحواض التسمين بمعدل ١,٢ - ١,٥ أصبعية / م^٢ يعطى الفدان ١,٨ - ٢,٢ طن ، بينما في الأحواض المختلطة (مع المبروك الغضى ٢٠٠ أصبعية ، مبروك الحشائش ١٠٠ أصبعية ، مبروك كبير الرأس ٢٠٠ أصبعية ، مبروك عادى ٥٠ أصبعية إضافة إلى البورى) يعطى البلطي ٥٠٠ - ٦٠٠ كجم / فدان ، لكن بالتغذية المكثفة والتهوية الميكانيكية وبكثافة ٣ - ٤ أصبعية / م^٢ مع استزراع البط (٤٠ - ٥٠ بطة صغيرة / فدان) يصل الإنتاج إلى ٥ طن سنوياً وفى الإنتاج نصف المكثف فإن الحوض سعة ١٠٠ م^٢ بكثافة ٦٠ - ٨٠ زريعة / م^٢ مع التهوية (مروحة بموتور قوة حصان) فى حوض الحضانة لمدة ٤٥ يوماً واستمرار التغذية تنقل بعدها إلى حوض تربية مساحته ١ - ٢ فدان بكثافة ٣ - ٥ أصبغيات / م^٢ واستمرار التهوية (بمروحة بموتور قوة ٢ حصان) فيعطى الفدان ١٠ أطنان (إضافة إلى ٥٠٠ كجم أسماك أخرى خلاف البلطي) . أما الإنتاج المكثف فيتم فى أحواض أشمنتية مساحتها ١٠٠ م^٢ بعمق ١,٢ م تتصل بمواسير مرور المياه من حوض لآخر ، وتتصل الأحواض بحوض رئيسى سعته تقريباً ٢ فدان لإمداد الأحواض الأسمنتية بالماء الفلورى (الأخضر) ويجرى صرف مياه قاع كل حوض مرتين يومياً (فى الصباح الباكر وبعد الظهيرة) لطرد المخلفات ، وتستمر حركة مياه الأحواض مع استمرار تزويدها جزئياً بالمياه الخضراء الطازجة من الحوض الأم ، ويزود كل حوض أسمنتى بمروحتين بدالة هوائية قوة كل منها واحد حصان ، وتخزن الأسماك وزن ١٠٠ - ٢٠٠ جم بكثافة ٥٠ - ١٠٠ سمكة / م^٢ (أى يسع الحوض حوالى ٥ - ١٠ آلاف سمكة) وتتم التغذية ٣ - ٤ مرات يومياً حتى وزن سمك ٦٠٠ جم فى ٣ - ٤ شهور فيكون معدل التحويل الغذائى ١,٢ - ١,٥ ويعطى الحوض ٣ - ٤ طن / دورة أى ٦ - ٨ طن فى السنة .

أما المبروك فيتم إنتاجه فى أوروبا بعد مروره على عدة أحواض على مدار ثلاثة سنوات لذا تنقسم أحواض المزرعة إلى أحواض وضع (٢٥ ٪ من مساحة المزرعة) وأحواض رعاية أولى حتى ٦ أسابيع (٢٥ ٪) ثم أحواض رعاية ثانية حتى أول صيف أو أول موسم نمو (١٠ ٪) ثم أحواض مبروك الصيغين (٢٣ ٪) وأحواض تشتيه (٣ ٪) وأحواض تسمين ٢ - ٣ صيف أو موسم نمو (٦٠ ٪) وأخيراً أحواض صيد (١ ٪ من جملة مساحة المزرعة) . لكنه يربى الآن بطرق مكثفة جداً . ولرعاية الفقس حتى طور الأصبغيات فى حوض واحد يخزن بكثافة ٤٠ ألف / هكتار ، وتتوقف فترات التسمين ووزن التسويق على النوع الاستهلاكى للشعوب . وتتوقف إنتاجية الأحواض على طريقة الإنتاج والتغذية الإضافية والتسميد وظروف المياه ، ولا يرتبط كل تسميد بتحسين فى الإنتاج ، إذ ينبغى معرفة ظروف المياه قبل تقرير تسميدها من عدمه ، فقد يؤدى التسميد إلى خفض الإنتاج ، خاصة وأن قدرة التحميل Carrying capacity للأحواض أقل ثباتاً عما هو معتقد عموماً ، إذ لا يوجد عامل بيئى يحتفظ بثباته ، فالتأثير مستمر وإنتاج كل موسم محكوم بتركيبه عوامل فى ذات الموسم . وعموماً فتنمو أسماك المبروك أسرع عند فصل الجنسين عن بعضهما ، وتنمو الإناث أسرع من الذكور .

والبورى زاد إنتاجه من ٥ ألف طن عام ١٩٧٩ إلى ٣٧,٢ ألف طن عام ١٩٨٨ وذلك لإنتشار

المزارع (٢٦,٩ ألف طن) . وتتغذى أصبعياتها وأسماكه الكبيرة بواقع ١ ٪ من وزن السمك في الأحواض الأرضية لاستفادتها من التسميد غير المكلف الذي يوفر لها الهوائيم والطحالب والكائنات القاعية . ويخزن فقس البورى في أحواض بمعدل ٢٥ - ٣٠ م / ٢م فتتمو ببطء حتى تصل ٢ - ٤ جم وتنفق ٢٠ - ٣٠ ٪ .

ويتغذى فقس البورى على العوالق النباتية والحيوانية والغطاء البيولوجي ، وأخيراً تتغذى على ما في القاع من طحالب وقضلات مختلفة ونباتات متحللة كما تتقبل التغذية الصناعية كالتى توزع للمبروك . وخلال السنة الأولى قد يبلغ النمو ٢٠٠ - ٣٠٠ جم و ٥٥٠ جم خلال السنة الثانية وذلك حسب النوع والكثافة وكمية الغذاء المتوفر طبيعياً وصناعياً . وتحت ظروف الإنتاج المكثف قد يصل النمو ٧٠٠ جم فى أول سنة وحتى ما يزيد عن ١ كجم فى المناطق الاستوائية وفى البحر حسب النوع قد يصل الطول ٥٠ - ٧٠ سم .

ويتم تخزين الأصبعيات (فى المزارع مختلطة الأنواع) بمعدل ٧٠٠٠ - ١٠٠٠٠ / هكتار وفى هونج كونج قد يصل إلى ١٥ ألف / هكتار .

مراقبة وزيادة إنتاج السمك المستزرع :

يهتم الإنتاج السمكى بصور ثلاثة لإنتاج الأسماك سواء للمائدة أو لإعادة تخزينها فى أجسام الماء وهى :

١ - إنتاج كمى : ويستهدف إنتاج أقصى كمية من السمك بغض النظر عن جودتها كما فى إنتاج البلطى فى إفريقيا بنظام مجموعة الأعمار المختلفة .

٢ - إنتاج نوعى : ويستهدف إنتاج كمية قصوى من الأسماك المدرجة graded بغض النظر عن بلوغ أقصى مستوى يمكن إنتاجه بل المهم تجانس حجم ووزن السمك عالى القيمة التجارية . وهذا يتأتى من رعاية كل عمر على حدة . وهذه الطريقة تنتج ثلثي وزن الإنتاج الكمى المتحصل عليه من رعاية الأعمار المختلطة .

٣ - إنتاج اقتصادى : ويستهدف إنتاج أقصى كمية من السمك عالى القيمة التجارية أو التسويقية قدر الإمكان . ووحدة الإنتاج ليس من الضروري فى الوزن لكن فى الأسماك الفردية .

ولزيادة الإنتاج بصورة الثلاثة السابقة فهناك نظم عديدة للتحكم فى زيادة الإنتاج ، منها نظم بيولوجية وأخرى غير بيولوجية .

١ - النظم غير البيولوجية لزيادة الإنتاج :

أ - طرق صحية وفنية متبعة فى المزارع لتوفير الأوكسجين ومقاومة الأمراض والأوبئة .

ب - صيانة وتحسين الأحواض من جسور وتركيبات ومقاومة النباتات المائية (بإزالة النباتات الراقية والتسميد الذى ينتج عوالق نباتية تعيق وصول الضوء اللازم لنمو النباتات) وخدمة القاع وتطهيره .

ح - تجيير liming وتسميد الأحواض لتوفير الظروف الصحية للحوض والسك وتوفير الغذاء الطبيعي للسك ومنع النباتات الراقية.

د - تغذية السك صناعياً لزيادة إنتاجه.

٢ - طرق بيولوجية لزيادة الإنتاج :

أ - اختيار دقيق للأنواع .

ب - مراقبة تخزين السك بالأحواض.

ح - مراقبة حرارة وأوكسجين الأحواض .

د - تحسين التناسل والانتخاب.

هـ - خلط الأعمار والأنواع .

و - تعاقب الإنتاج على مدار السنة .

ز - ازدواج الإنتاج (حيواني / حيواني أو حيواني / نباتي) في نفس الوقت مثل السك والبط ،
الأرز والسك ، سمك وقشريات، محار وقشريات .

ح - صيد بينى على فترات عند زيادة الكثافة لحددها الأقصى فيجرى خف الحوض لزيادة الإنتاج.

ط - مقاومة الطفيليات والأمراض والأعداء .

ي - اتباع دورة زراعية مثل زراعة البرسيم أو أى علف أخضر كل ٤ سنوات مثلاً في حوض السك
لمكافحة امراض السك .

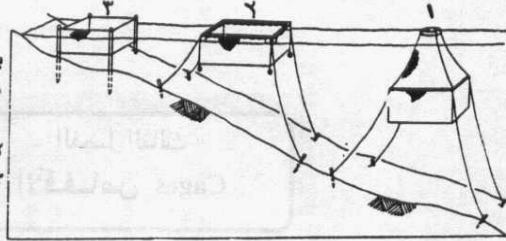
الفصل الثالث الأقفاص Cages

الاستزراع السمكى فى أقفاص يعنى تربية الأسماك حتى وزن التسويق فى حيز مغلق من جميع الجوانب ويسمح الحيز بحركة المياه إلى ومن الأقفاص. ومميزات الأقفاص :

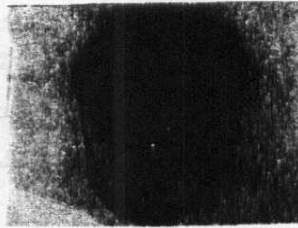
- ١ - لا تتطلب مقننات مائية إضافية بل تستغل أى جسم مائى طبيعى عذب أو مالح.
 - ٢ - لا تتطلب أراضى لإقامتها فهى أقل احتياجاً لرأس المال من الأحواض.
 - ٣ - سهولة النقل من جسم إلى آخر .
 - ٤ - يمكن أن يربى بها أكثر من نوع سمكى.
 - ٥ - أحد نظم الإنتاج المكثف، إذ ينتج ٥٠ ضعف ما تنتجه نفس المساحة من الأحواض الأرضية ، مع عدم الاحتياج إلى عمالة كثيرة.
 - ٦ - سهولة الملاحظة (للأسماك) اليومية والرعاية والتفذية.
 - ٧ - حماية الأسماك من الأعداء الطبيعية (طيور، مفترسات ، ضفادع ...) والسرقة.
 - ٨ - سهولة جمع السمك وتسويقه حى مما يدر ربحاً أكبر.
 - ٩ - وسيلة للتحكم فى تكاثر البلطى.
 - ١٠ - وسيلة لتربية السمك فى الأجسام المائية صعبة الصيد فيها لطبيعة أرضها.
- والأقفاص السمكية تشابة مع السياجات والحظائر فهى زراعة سمك على الماء خلافاً للأحواض والمجارى والحفر التى يزرع فيها السمك على الأرض ، بغض النظر عن الفرق فى المساحات والبناء وبين النظم المختلفة. والأقفاص تبدأ أحجامها من ١ م^٢ إلى ٣٠٠٠ م^٢ وهى إحدى أرخص طرق الإنتاج المكثف للسمك، وقد تكون الأقفاص عائمة على السطح أو مثبتة على الشاطئ أو مثبتة بالقاع، والأكثر انتشاراً هى الأقفاص الشبكية العائمة على السطح Surface Floating net Cages والتى يغطى شكل هياكلها ومواد صناعتها وشباكها واتساع فتحاتها ومدى احتوائها على عوامات من عدمه.

بعض نظم الاقفاص البحرية

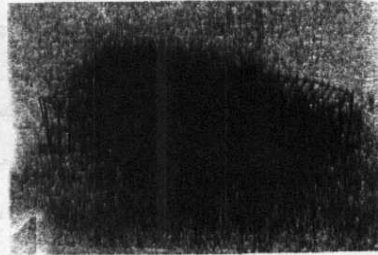
- ١: قفص عائِم معلق أسفل سطح الماء.
- ٢: قفص عائِم معلق عند سطح الماء.
- ٣: قفص ثابت مربوط بدعائم ثابتة.



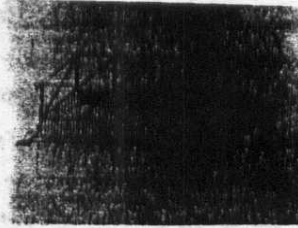
قفص تجارب ٢م^٣ لاستخدامه في الماء المالح ، من أطواق فيببر جلاس وشبكة صلب مغطاه بالفينيل.



تصميم قفص أسماك تقليدى فى كامبوديا على شكل قارب.

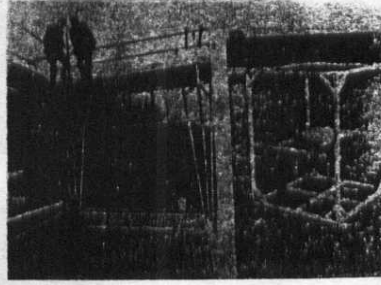


تصميم قفص أسماك تقليدى على شكل بطارية أقفاص صغيرة (من كامبوديا)

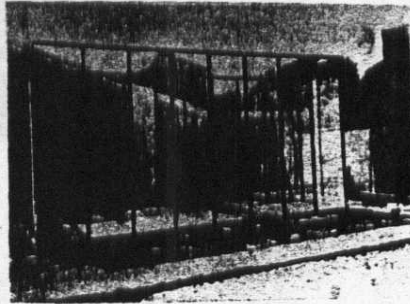


وتختلف الخامات المصنوعة منها الأقفاص حسب الخامات المتاحة ورأس المال المستثمر، فقد تكون الهياكل من الخشب الماهوجني واليامبو أو المواسير المعدنية والزوايا بعد طلاؤها بموانع الصدأ، ومواد الطفو تكون من المواسير البلاستيك أو الفيبور جلاس أو البراميل الفارغة بعد دهانها أو الاستريو فورم، شبك نايلون. وتصنع الأقفاص من هياكل (براويز) وعليها مشايات تحتها وسائل الطفو، وعلى البرواز حلقات لتثبيت الشبكة عليها بخطاطيف، وعلى جوانب الأقفاص حلقات لتثبيت الأقفاص عند منسوب ماء مناسب بالحبال والهلج، وقد يصمم غطاء للقفس من ٣ ضلف لعدم السرقة وعدم قفز السمك. والشبكة الخارجية ماج ٣٠ (أى ٣٠ عى / ٥٠ سم طولى) والشبكة الداخلية ماج ٤٠ ولتثبيت الشبكة فى وضعها الطبيعى تستخدم أثقالة من الحجارة أو أكياس رمل بعمق أقل من عمق الشبكة بحوالى ١٠ سم لعدم تمزيقها. ويوضع القفس على ارتفاع ٥ - ٢ م من القاع لتجنب نقص الأوكجسين الحادث فى هذه المنطقة لتراكم الفضلات ويجب أن يكون القفس طافيا حوالى ١٥ سم فوق سطح الماء ليسهل متابعة السمك.

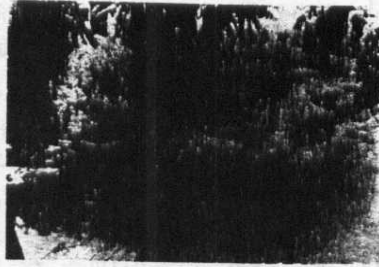
نموذج لإطارات اقفاص صلبة،
على اليسار قفس ٦ × ٦ × ٦ م
من مواسير مجلفنة، وعلى
اليمين إطار قفس ١ × ١ × ١.٢ م
من خشب الماهوجنى نوزوايا
للتقوية.



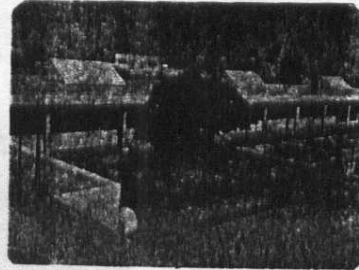
قفس ٦.٢ × ٣.٢ × ٣.٢ م من
خوص نحاس / نيكل ٩٠ / ١٠
ملفوفة بشبك.



(أقفاص من البامبو ثابتة في
مجارى مائية)



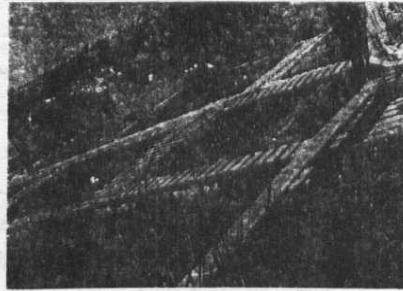
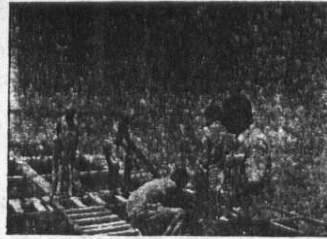
تصميم وإنشاء الأقفاص المستعملة
في عمق بحيرة السد العالي
بواسطة مركز البحوث السمكية
للبحيرة (الإطار وبرايميل للعموم)



تجهيز الأقفاص السمكية بفرد
شباكها (بحيرة السد العالي)



جمع السمك من الأقفاص الموضوعة
في الماء العميقة ببحيرة السد
العالى.



مزارع أقفاص سمكية مغطاة من
أعلى بظلف (العباسة)

أصول زراعة الأقفاص The origins of cage culture

أول استخدام للأقفاص السمكية كان كوسيلة لحبس السمك مؤقتاً حتى يتم صيد كمية كافية لعمل رحلة التسويق، أي كان كمصيدة سمك مطورة، ثم استخدام للتكاثر في السمك، ومازال الشكل البدائي للأقفاص موجود في مالاي إذ يقضى الصياد عدة أيام في الصيد قبل نقل صيده إلى أماكن تجميعها بالقوارب. كما أن صناديق السمك المستخدمة في حفظ الجمبرى الضخم أو الأسماكوزا (كركد ن) lobsters تعتبر أقفاص.

ومزارع الأقفاص الحقيقية تولى الكائنات المائية لمدة طويلة، خلالها تزيد في الوزن، فقد تم تطويرها كثيراً في عديد من دول جنوب شرق آسيا. ففي كامبوديا تستخدم الأقفاص العائمة Floating cages منذ نهاية القرن الماضي. فقد زرعت أسماك رؤوس الثعبان Snakeheads والقراش والجوبي رخامي الرأس Marble headed gobies في أقفاص من الخشب أو البامبو Bamboo وغذيت على مخلوط كنس مطايع وعفاشة سمك. وتسحب الأقفاص خلف القوارب، أو تثبت في الجسم المائي ليكون نوعا من القوارب. وفي القرن الحالي أنتشر هذا النوع من مزارع الأقفاص لمعظم دول جنوب شرق آسيا.

وتنتشر مزارع الأقفاص المبنية من مواد طبيعية والتي تغذى فيها الأسماك طبيعياً أو على مخلفات الأعلاف في الهند والصين الهندية وأندونيسيا وفيتنام وكامبوديا. إلا أن الأقفاص الحديثة تستخدم فيها مواد الشباك أو السلوك الشبكية المخلقة من المعادن والملامرات المخلقة. رغم استمرار استخدام الخشب في كثير من التصميمات. وهذه الأقفاص الحديثة بدأت في اليابان في أوائل الخمسينات، ثم في النرويج في أول الستينيات، واسكتلندا ١٩٦٥.

اختيار موقع الأقفاص Site selection

يتوقف عليه أرباحية المزرعة، إذ يؤثر على التركيبات وأسعارها، والإنتاج والنفوق. وعوامل اختيار الموقع ثلاثة وهي:

- ١- عوامل متعلقة بالظروف الطبيعية والكيميائية، والتي تحدد إذا ما كان يحتلها نوع السمك المستزرع، وهي الحرارة، والملوحة، والأكسجين، والتيارات، وتبادل الماء، الطلوث، الغزو الطحلبي، والكائنات المرضية، والأقذار، والمكارة.
- ٢- عوامل متعلقة بتركيب القفص، كالعُمق ووجود مظلات، ومادة القفص، والطقس.
- ٣- عوامل تؤثر في استمرارية المزرعة وأرباحيتها، مثل وفرة الزريعة وموقف المزرعة من شرعياتها أو قانونيتها، واقترابها من السوق وأمانها، واعتبارات اقتصادية واجتماعية من وفرة الغذاء والعمالة وهذه العوامل تحدد الدراسات والخبرات، بجانب عمل دراسات مسح، وتحليل عينات ماء، والتحدث مع المواطنين عن الظروف الجوية ومدى الطلوث والتيارات السامة وغيرها.

أولاً : العوامل البيئية للكائنات المستزرعة

Environmental criteria for the cultured organisms

١ - جودة المياه Water Quality

١ - الحرارة والملوحة: Temperature and Salinity

مزرعة الأقفاس المثالية ينبغي أن يتوفر لها ماء جيد النوعية، بمعنى ألا يكون ملوثاً بالنفايات الصناعية السامة كالأمويا، والنيترات، والمعادن السامة الثقيلة، والمركبات الفينولية، بل أن يكون الماء كذلك موافق لنوع السمك المستزرع من حيث حموضته، حرارته ، أوكسجينه، وملوحته.

ويجب وضع أقفاص السمك في الأماكن ذات درجة الحرارة المناسبة، إذ تتوقف درجة الحرارة على الموقع الجغرافي، وإمداد الماء ونوعه، تصميم النظام وغيره.

ب - الأوكسجين : Oxygen

تحتاج الكائنات الراقية إلى الأوكسجين لإنتاج الطاقة اللازمة للوظائف الأساسية للكائن ذاته وأنشطته، ويتوقف احتياج الأوكسجين على نوع السمك وحجمه ومرحلة نموه، وكذلك على العوامل البيئية كدرجة الحرارة. وإذا انحرف إمداد الأوكسجين عن الحد الأمثل تأثر كل من التغذية، التحويل الغذائي ، النمو، والصحة، وإذا زاد النمو للطحالب بكثرة فيزيد الأوكسجين الذائب عن حد التشبع نهائياً بينما ينخفض عن حد التشبع ليلاً، فيكون أقصاه بعد الظهر وأدناه قبل الفجر، بفارق كبير يصل ٧ - ٨ أجزاء في المليون مما يشكل ضغطاً كبيراً للسمك في المزارع عالية الإنتاجية، وخاصة في شهور الدفء في المناطق ذات التيارات الغذائية العالية، أو المناطق المحيطة غير المتحركة. وقد تنشأ مشاكل خطيرة من ازدهار الطحالب للتغيرات المفاجئة في الظروف الجوية فتؤثر على الضوء والحرارة أو انعدام أحد المغذيات، وفي أثناء الهدم المتعاقب تنتنفس الميكروبات وتزيل المزيد من الأوكسجين أو تسحب كمية مما يؤدي إلى قتل السمك.

كما أن الأوكسجين الذائب يتأثر كذلك باللافقاريات الأرضية Benthos ، فقد لوحظ أن زيادة المخلفات المرتبطة بالإنتاج المكثف للسمك في أقفاص تزيد من إزالة الأوكسجين الذائب (بواسطة عشائر اللافقاريات والميكروبات القاعية) من ماء القاع فيقل الأوكسجين الذائب من حول الأقفاص. وبالنسبة لأهمية الأوكسجين المستهلك بواسطة الفضلات المترسبة ، فما زالت الأبحاث في بدايتها في هذا المجال.

وتؤدي زيادة تشبع الماء بالغازات (أوكسجين ، نيتروجين) بفعل تيارات محطات القوى الحرارية إلى زيادة نفوق السمك في عديد من الأنواع المرباة في أقفاص قرب هذه المحطات وذلك من جراء مرض فقاعية الغاز Gas Bubble Disease، ويفيد في هذه الحالة تغطيس الأقفاص لخفض نسبة النفوق، إذا يقل التشبع بالغاز بمعدل ١٠ ٪ لكل متر عمق زيادة نتيجة الضغط الهيدروستاتيكي.

لذا يجب تجنب الأماكن التي تزيد فيها نمو الطحالب أو يقل فيها الأوكسجين في فترات، ويفضل

الاماكن ذات التيار الجيد في القاع والذي يشتهر فضلات الترسيب (وإن كان ذلك لا يتوفر في المياه الداخلية الضحلة التي تكون تياراتها عموما ضعيفة). ولا يتوقف امداد الأوكسجين لاسماك الأقفاس على تركيز الأوكسجين الذائب فقط، بل كذلك على تبادل الماء خلال شبك القفص.

ج - درجة الحموضة : pH

إن pH الماء المالح ليس فيه مشكلة، لكن يجب العناية بالماء العذب لما يطرأ عليه من تغييرات ملموسة سواء موسمية أو يومية diurnal . وفي الإنتاج المكثف وزيادة إنتاج الهوائيم النباتية التي تنتج الأوكسجين ببنائها الضوئي فتؤدي إلى رفع قيمة pH. خاصة في الصيف وعندها تكون سمية الأمونيا مشكلة في هذا الوقت.

د - العكارة : Turbidity

تسببها المواد الصلبة العضوية وغير العضوية المعلقة في عمود الماء نتيجة تفتت التربة ومخلفات المناجم وتيارات الصرف والمجاري ومخلفات مصانع الورق وغيرها من المخلفات الصناعية وبعض هذه المواد الصلبة العالقة لها تأثيرات سامة (كالمعادن وألاحها) ، وبعضها (كالمخلفات العضوية) يستنفذ الأوكسجين في أثناء التكسير الميكروبي. والطحالب البلانكتونية مواد عضوية عالقة كذلك.

وتختلف كمية ونوعية المادة العالقة في عمود الماء حسب حركة الماء التي تنقل وتجزئ وتحوير خواص المواد الصلبة. وترسب الجزيئات الكبيرة طبقا لكثافتها أسرع من الجزيئات الصغيرة الأقل كثافة. وتمنع تيارات الماء من ترسيب الجزيئات بل تعيد تعليق المواد المرسبة بالفعل.

لذا ينصح باختيار مواقع للأقفاس السمكية يتجنب فيها حدوث مستويات عكارة عالية، وهذا لا يمكن تجنبه في الأنهار حيث تتواجد عدة آلاف من المليجرامات في اللتر كجوامد عالقة تحدث في أوقات الفيضانات. ولا يغفل أن مزارع الأقفاس السمكية ذاتها تعد مصدرا للجوامد العالقة.

هـ - التلوث : Pollution

يقصد به إدخال الإنسان مواد أو منتجات ضارة للبيئة تسبب مخاطر لصحة الإنسان وتضر بالموارد الحية وأنظمة التأثيرات البيئية، وتلف التركيب أو العنوية، أو تتداخل مع الاستخدامات الصحية للبيئة. فبالنسبة لمزارع الأقفاس السمكية، يمكن للتلوث أن يثقل تركيب الأقفاس، كما يضر بالسماك المستزرع أو غذائه، أو يتراكم في السمك للحد الذي يصبح ساماً للإنسان عند تناوله في أكله. وتتعدد الملوثات في البيئة المائية، وقد أحصيت في الماء العذب بحوالي ١٥٠٠ على الأقل، وهذه تتطلب كثيرا من العينات وعديد من الطرق العملية للتحليل للكشف عن عديد من هذه المركبات. ويجب خفض أخطار الملوثات بوضع الأقفاس السمكية بقدر الامكان بعيدا عن المشاريع الصناعية الكبيرة. ومما يؤسف له أن تجنب التلوث من غير الممكن، لنحذف المشاريع الخاصة بمزارع الأسماك بجوار المصانع شديدة الأثر الملوث بعد المنافسة

العالية على موارد الثروة السمكية :

٢ - ازدهار الهوائيم النباتية Phytoplankton bloom

يشير إلى وجود وقتي لعشائر كبيرة من الطحالب الهائمة في الماء العذب والمالح والذي يحدث عندما تسود الظروف المواتية كزيادة مستوى الإضاءة والمغذيات ودرجة حرارة الماء، وهذه التيارات الطحلبية تؤثر على السمك بإتلافها وإعاقتها للخياشيم وباستهلاكها للأوكسجين الذائب ليلا وعديد من أنواع الهوائيم النباتية تكسب السمك طعما عفنا أو زنخا، وبعضها سام وقاتل لعديد من الكائنات المائية، أو تتراكم في أنسجتها لتصبح قاتلة للإنسان عند تغذيته عليها.



(ازدهار السيانوبكتيريا في قفص سمك مياه عذبة)

٣ - الأمراض Diseases

قد تكون مستوطنة قبل إنشاء المزرعة، أو قد تنتشر بعد إنشاء المزرعة، والماء الملوث عضوياً يحتوي على مسببات الأمراض أكثر من الماء غير الملوث. فمرض الدمل الأحمر Red-boil disease تحدثه بكتيريا *Vibrio parahaemolyticus* التي تتواجد بوفرة في الماء الملوث بالمجاري، ويؤدي المرض إلى نفوق حتى ٩٠٪ من قطيع السمك في الأقفاص.

ومرض التسمم الدموي النزفي Haemorrhagic septicemia من أمراض المبروك المستزرع في الماء العذب وتسببه *Aeromonas punctata* في المناطق الاستوائية. فالمرض يسببه التلوث العضوي، أو التلوث بمسبب المرض، أو كثرة الغذاء العضوي الذي تتغذى عليه كذلك مسببات الأمراض، أو قد ينتقل من الأسماك البرية المستزرعة، أو من الطيور المائية.

لذا يجب البعد عن الأماكن الملوثة والارتفاع بالأقفاص السمكية عن قاع الجسم المائي والبعد بها عن أماكن القواقع، ومعالجة الصرف الصحي قبل ضخه في المجاري المائية.

٤ - تبادل الماء Water exchange :

التبادل الجيد للماء، أو الغسيل، شيء أساسي لعملية الزراعة المكثفة في أقفاص لتقليل المشاكل

التي تسببها المخلفات . وتبادل الماء يتوقف على التيارات ، رغم تعقد الصورة بتأثير الملوحة والحرارة والطبغرافية. وفي أقفاص الماء المالح في الماء المفتوح (العميق) نسبياً لا تكون هناك مشكلة ، إذ يتجدد الماء بسرعة وبدون تحديد. لكن وضع الأقفاص في بحيرات يعقد من تبادل الماء لمحدودية (أو عدم) حركته. وفي الماء العذب الضحل يتوقف زمن تغيير الماء أو معدل الغسيل على حجم الجسم المائي.

ويحدد زمن غسيل القفص في البحر أو البحيرة (T) بعمق القفص (D) وارتفاع المد (H) حيث أن:

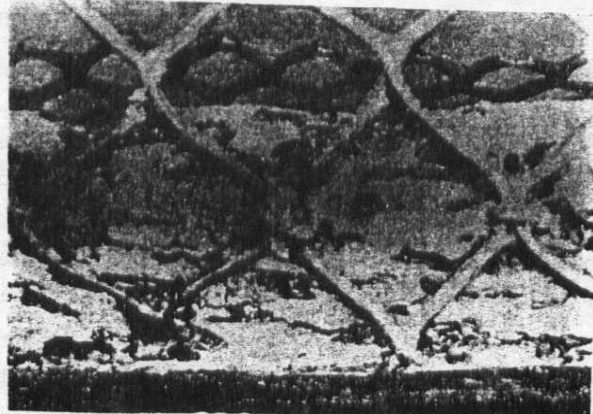
$$T = 12.5 D/H$$

بينما في الماء العذب الضحل فإن وقت تغيير الماء أو معدل الغسيل (P) يتحدد بحجم الجسم المائي (V) وحجم الماء السنوي المار من جسم الماء (Q₀) ، حيث أن :

$$P = Q_0 / V$$

٥ - التلف والأوساخ Fouling

تلف الأقفاص الشبكية يقلل من حجم فتحاتها ويزيد من مساحة سطوحها ، فيقل تدفق الماء خلال الأقفاص ، ويقل معدل الإمداد بالأكسجين ، ويقل معدل إزالة نواتج الميتابوليزم والتي تضر بالسماك. وتؤدي زيادة المقاومة لتدفق الماء إلى إتلاف الشبكة، وقلة حجم القفص، والضغط على تركيب القفص والمرسى وزيادة الوزن نتيجة الأوساخ على الشبكة تؤدي إلى تلفها وصعوبة تغييرها واستهلاك الوقت.



تلف سببته يرقات Povilla adusta في قفص سمكي غاطس يتركب من الخشب الطري بعد ١٣ شهراً من الغمر المستمر.

وهناك مئات النباتات والحيوانات التي تسبب التلف والأوساخ، فبعضها من الرخويات (Moluscs) يمكنها إتلاف الهيكل الخشبي بثقبه، وبعضها من الرخويات والطحالب وغيرها تعلق بشباك الأقفاص بعد غمسها في الماء بشهرين فقط. وتنمو مستعمرات من كائنات مختلفة على الأجزاء الشبكية من الألياف الصناعية والبامبو وبراميل الزيت أكثر من نموها على الأجزاء المجلقة من الأقفاص.

ويتوقف حجم وانتشار المستعمرات هذه على درجة الحرارة وإنتاجية البيئة، فيزيد معدل نموها وإتلافها في المناطق الدافئة، وعند التيارات الحرارية، وفي المناطق منخفضة التيارات، كما يزيد التلف والأوساخ عند انخفاض تيارات المد عن ٢٥ سم / ثانية. ويقل نمو كائنات هذه المستعمرات بالملوحة المنخفضة. وقد تزيد كائنات التلف هذه في الماء الشروب عنها في الماء المالح. وتعتبر الطحالب هي الكائنات الرئيسية المسؤولة عن تلف الأقفاص في المياه العذبة، وخاصة يزيد نموها في الأجزاء العليا من القفص لزيادة مستوى الإضاءة.

ثانياً : المقاييس البيئية للأقفاص

Environmental Criteria For Cages

١ - الطقس : Weather

يحدد الطقس ملامحة جهة أو منطقة معينة لمزارع الأقفاص السمكية، من خلال تأثيره على تركيب القفص وعلى السمك. ومن المهم خصوصاً العواصف العنيفة وظروف البرد القارس. وتنقسم عواصف خطوط العرض الاستوائية حسب شدتها إلى :

أ - أعاصير استوائية : قوة الرياح أكبر من ١٢ (٣٣ م / ث).

ب - عواصف استوائية شديدة : قوة الرياح ١٠ - ١١ (٢٤ - ٣٢ م / ث).

ج - عواصف استوائية متوسطة : قوة الرياح ٨ - ٩ (١٧ - ٢٣ م / ث).

د - انخفاضات استوائية : سرعة الرياح أقل من قوة ٨ (١٧ م / ث).

واشدها الأعاصير التي يصاحبها أمطار متدفقة، وتحدث أساساً بين خطي عرض ٣٠ °، وتسمى مسميات مختلفة باختلاف المناطق، وتعيق انتشار مزارع أقفاص السمك، ففي الفلبين مثلاً لا توجد مزارع حظائر أو أقفاص تجارية في الماء المالح لصعوبة طقس شواطئها، بينما في أماكن أخرى كاليابان تعلم مربو أسماك الأقتناص أن يعيشوا في ظل هذه المشاكل ويتقبلوا الخسائر الفجائية، وقد يستخدموا حواجز لكسر الأمواج لخفض حدة المشاكل المؤدية لفقد الأقفاص وخرابها.

وتؤدي الثلوج في مناطق أخرى إلى استحالة زراعة السمك في أقفاص، لاستمرار وجود الثلج، وبرودة الماء بشدة تميئ الأسماك. وإن أفادت الأقفاص الفاطسة في أماكن باردة أخرى لتجنبها برودة الماء السطحي وتجمده.

٢ - حماية Shelter :

تتطلب الإنشاءات في الماء إلى حماية من هجمات الأمواج عند تلاقي سطح الماء بالهواء . وتتعدد أنواع الأمواج باختلاف أصلها وشكلها وسرعتها، وأهمها بالنسبة لأقفاص السمك هي التي تولدها الرياح. ويتوقف حجم الأمواج التي تولدها الرياح على سرعة الرياح ومدة هبوبها والمسافة في الماء المفتوح التي تهب الرياح عبرها. وعندما تتحرك الأمواج بعيدا عن منطقة توليدها تتحول وتتلاصم. وتفقد الأمواج القصيرة طاقتها بسرعة وتموت بالتدريج لانهايار ارتفاعها تدريجيا. ويزيد ارتفاع الموج بزيادة سرعة الرياح. لذا يجب التنبيه بخواص الأمواج في أماكن إقامة الأقفاص، وذلك بحصر معلومات مدد طويلة عن تكرار واتجاه الرياح السطحية وسرعتها وذلك من محطات الأرصاد الجوية.

وتحسب سرعة الرياح المضبوطة (W) من سرعة الرياح التي تسجلها السفن بالعقدة (Ws) حيث:

$$W = 2.16 W_s^{0.777}$$

أو تحسب بالمتري/ ث حيث (W = U) :

$$U_A = 0.71 U^{1.23}$$

ظروف للبحار من سرعة الرياح وارتفاع الأمواج :

متوسط ارتفاع الأمواج بالمتري	سرعة الرياح	
	عقده	م/ث
٠,٢٧	١٠	٥,١
٠,٧٦	١٥	٧,٧
١,٥٢	٢٠	١٠,٣
٢,٧٤	٢٥	١٢,٩
٤,٢٧	٣٠	١٥,٤
٨,٥٣	٤٠	٢٠,٦
١٤,٦٣	٥٠	٢٥,٧

هذا ومن المهم كذلك حساب عمق الماء لأهميته في التنبيه بخواص الأمواج، كما يحسب ارتفاع الأمواج، ومدة الرياح، والضغط الجوي لأهميته في حساب ارتفاع الأمواج، وذلك لتصميم الأقفاص واختيار مواقعها المقاومة لظروف الطقس.

٣ - التيارات : Currents

التيارات أو تبادل الماء هام لتوفير الأوكسجين وإزالة الفضلات والامداد بالغذاء فى الرعاية غير المكثفة إلا أن شدة التيارات تشكل أعباء متحركة إضافية على الأقفاص ودعماتها ومرسأها، مما يؤثر على سلوك السمك وفقدان الغذاء من المزارع المكثفة ونصف المكثفة. كما لوحظ أن ارتفاع معدل تدفق الماء يؤدى إلى تشوهات هيكلية للمبروك المربى فى أقفاص. وفى البحر المتوسط ومعظم المناطق الشاطئية فى العالم، نجد أن تيارات المد هى أهم مصادر تيارات الماء السطحي. وتيارات المد والجزر تنشأ من قوى القمر والشمس على الأرض، وأمواج المد والجزر أطوالها كبيرة جدا. ومع ارتفاع وانخفاض المد والجزر فهناك حركات أفقية للماء أو تيارات المد. ويتأثير دوران الأرض ينتج تيار مد دوراني. وتتراوح سرعة التيار فى المناطق الساحلية البحرية من صفر إلى ما يزيد عن ٢٥٠ سم / ث فى بعض المناطق كاملة التدفق. ويزيادة سرعة التيار تزيد تكاليف تركيبات الأقفاص والمراسى التى تقاوم هذه السرعة. ويزيد الإنتاج كذلك بزيادة سرعة تيار المد لإمكانية زيادة معدل التخزين. وعموما فإنه عند نقطة محددة من تلف تركيب الأقفاص التى تسبب انخفاض فى حجم تركيبات الشبكة المرنة لحد غير مقبول، وتفقد الأسماك كثير من طاقتها فيتأثر الإنتاج عكسيا. ويفضل مدى تيارات المد والجزر فى حدود ١٠ - ٦٠ سم / ث.

وفى الأنهار والقنوات تزرع الأسماك فى أقفاص رغم انخفاض معدل تدفق الماء، وحتى فى قنوات الرى التى لا يزيد عمقها عن ٣٥ سم وسرعة التيار فيها حوالى ١٠ سم / ث.

رغم أنه فى كثير من الأنهار الاستوائية تزيد سرعة التيار بشدة فى أثناء الفيضانات، ورغم ذلك تقاوم الأقفاص هذه الظروف.

٤ - العمق : Depth

ينبغي تغطية الأقفاص أو معظم ارتفاعها بالماء معظم فترة الزراعة. وانخفاض مستوى الماء يخفض من حجم القفص، ويزيد من معدل التخزين، ويخفض من جودة الماء.

وتستخدم الأقفاص الثابتة فى المناطق الضحلة من البحيرات والخزانات والأنهار، حيث لا يزيد العمق فيها عن حوالى ٨ م بينما تستخدم الأقفاص العائمة فى أى عمق للماء رغم أن تكاليف ومشاكل المرسى تزيد بزيادة العمق. وعموما يجب وضع الأقفاص على عمق كاف لتعظيم تبادل الماء، ولحفظ قاع الأقفاص خاليا من المواد. وقد يحدث تيار داخلى نتيجة حركة السمك للتغذية فتسحب الماء إلى داخل القفص، وإذا وصل قاع القفص إلى الأرض فإن ذلك يعيق تيار الماء بشدة. كما أن فى الزراعة المكثفة على الأقل تكون الفضلات تحت الأقفاص منطقة منزوعة الأوكسجين مركزة المواد السامة. وهذا يستوجب حفظ القفص بعيدا عن القاع الذى يحتوى رواسب بها كائنات حية دقيقة تسبب الأمراض ويساعد على انتشارها كبريتيد

الهيدروجين ، كغاز سام يتلف الخياشيم كذلك في الماء العذب والمالح على حد سواء. ولتجنب ذلك وغيره من المخاطر ينصح بارتفاع الأسماك عن الرواسب بمقدار ٤ - ٥ م على الأقل، وهذا غير متوفر عمليا في الأحواض والأماكن الضحلة التي غالبا ما تزرع بالأقفاص. وفي الماء العذب يمكن اختيار الموقع ذي العمق المناسب بعمل مسح بسيط بأى من الأدوات والأجهزة كالفان (ميزان الاستقامة) Plumb Line، أو مقياس المسافة بالصدى Echo Sounder، أو الخرائط البحرية، مع عمل حساب الانحرافات السنوية في مستوى الماء.

٥ - القاع Substrate :

يتباين تركيب قشرة القاع من الصخري إلى الطمي الناعم، وربما يكون له تأثير على اختيار تركيب القفص. ففي الماء العذب حيث تستخدم عادة الأقفاص الثابتة، يكون صعباً أو مستحيلاً دفع قوائم القفص صلبة صخرية، لذا تفضل الأقفاص العائمة. بينما في البحار فمن الأفضل اختيار أماكن أرضيتها صخرية، لأنها تشير إلى وجود تيار جيد، مع انخفاض الخطورة من الفضلات، وقد تكون الأقفاص الراسية في هذا الموقع ذات مشاكل.

ثالثا : تسهيلات وإدارة المكان Site facilities and management

١ - الاحتياجات القانونية Legal requirements

قد يسهل في بلد إقامة مزرعة سمكية، بينما يستحيل في بلد أخرى التفكير في ذلك، وذلك راجع لاختلاف قوانين الزراعة المائية من بلد لآخر . فبعض البلاد تشترط استخراج تصاريح ودفع رسوم سنوية، أو الحصول على رخص تحدد الموقع والنوع والحجم وغيره، وبعض البلاد تحدد مواقع معينة لتنمية مزارع الأقفاص، وفي مصر هناك قواعد تحدد وتنظم استخدام قنوات الري لزراعة الأقفاص ويتطلب تطوير وتنمية صناعة الزراعة المائية أن تبسط وتختصر الإجراءات القانونية اللازمة لإقامة المزارع السمكية.

٢ - الموقع والخدمات والتسهيلات الشاطئية

Situation, Services and Shore Facilities

المزارع الكبيرة المكثفة تتطلب إقامة مكتب ومخزن أعلاف ومعملا ومنزلا للمدير وخلافه قرب الأقفاص السمكية، فيجب اختيار مواقعها، وإمدادها بالخدمات كالماء العذب والكهرباء والتليفون والخدمة البريدية والنظافة والصرف الصحي والطرق والرعاية الطبية. والقرب من الأسواق ومصادر الغذاء تؤثر على تكاليف الإنتاج والأرباحية.

٣ - الأمن Security

الأمن مشكلة لمزارعي أسماك الأقفاص في كثير من دول العالم، لأن أماكن الأقفاص أماكن عامة غالبا، وليس لها مداخل محددة ، فهي معرضة للهجوم لأنها مكشوفة للسرقة والتخريب، خاصة في المواقع القريبة من مراكز الكثافة السكانية ، ورغم اتخاذ إجراءات الأمن لحماية التركيبات، فإن أصحاب المزارع يفضلون إقامتها أينما يمكنهم ملاحظتها بأنفسهم.

٤ - الإدارة Management

وظيفة المدير هي مسئوليته عن السمك في المزارع من يوم وصوله إلى يوم تسويقه، ومسئوليته تحقيق أفضل إنتاج ممكن من هذا النظام المتبع، وهذا يتطلب دفع النمو وخفض الفقد عن طريق :

- تخزين السمك بكثافة مناسبة مع الموقع والنوع وطرق الرعاية .
 - تغذية السمك بأسلوب مؤثر من حيث التكاليف .
 - تحقيق أفضل إمكانيات لجودة الماء في الأقفاص.
 - صيانة الأقفاص والمرسى والأدوات الإضافية.
 - اختبار منتظم للقطيع لظهور علامات مرضية وإزالة النافق وعلاج المصاب.
- فالإدارة مسئولة عن السمك (زريعة أو عند تسويقه)، وعن العمالة وأمنها، وعن الموقع بأنواته ومياهه، وذلك من خلال :

أ - الإمداد بالزريعة والتخزين Seed Supply and Stocking :

رغم أنه يمكن إنتاج زريعة البلطي المحض لبيضة في فمه mouth brooding في الأقفاص الشبكية، فإن زريعة الأنواع المستزرعة الأخرى يجب إنتاجها في مفرخات أرضيه أو تصاد من بيئتها الطبيعية وتنقل إلى الأقفاص.

وعند نقل المبروك من المفرخات يجب تصويمه على الأقل ٢٤ - ٤٨ ساعة قبل النقل، لتنظيف إمعانها من الغذاء ولحفظ استهلاكها من الأوكسجين وعند نقل كميات كبيرة (عشرات الآلاف) فتصوم لمدد أطول . وتختبر الأسماك جيدا قبل نقلها لاستبعاد المجروح منها والضعيف وقد يجرى كذلك معالجتها من الطفيليات الخارجية.

وتشكل عملية الصيد والتداول والنقل أنواع من الضغوط على الأسماك وتؤدي إلى تلف طبيعي (إزالة القشور)، وتغيرات في كيمياء الدم، وزيادة استهلاك الأوكسجين، ومشاكل في التنظيم الأسموزي، وزيادة الحساسية للأمراض. وهناك أنواع صعب نقلها مثل المبروك الفضى، لذلك توضع بأقل عدد عند نقلها. وفي الأعداد القليلة (عدة آلاف) تنقل في أكياس بلاستيك ثلثها ماء والباقي مليء بالأوكسجين قبل لحاقها، وتستعمل أكياس مزبوجة للأمان. وقد تستخدم صناديق معزولة للنقل، تسع حتى ٢ آلاف لتر، وتنقل على جرارات أو سيارات نقل. ويجب أن تكون التانكات حوافها مستديرة لتقليل تلف الأسماك، وتتصل عادة بجهاز تهوية أو أوكسجين. وهناك تانكات سعتها ١٠ آلاف لتر أو أكبر مجهزة بتبريد وتهوية. وفي روسيا هناك عربات قطارات معدلة خصيصا لنقل الزريعة. وهناك توصيات بكثافة السمك عند نقله في الجدول التالي :

ظروف نقل السمك مختلف الأنواع

النوع	الحجم	كثافة التخزين جم/لتر	المدة بالساعة حد أقصى	درجة الحرارة م°
القراميط	١٠٠ جم	٦٠٠ - ٣٥٠	١٦ - ٨	١٨
	١٠ جم	٤٠٠ - ٢٥٠	١٦ - ٨	١٨
	٤ جم	٣٥٠ - ٢٠٠	١٦ - ٨	١٨
	٢ جم	٢٠٠ - ١٥٠	١٦ - ٨	١٨
فرخ السمك	٢٠ جم (١٠٠ مم)	١٢٠	١٢	٣٠ - ١٨
واسع الفم	٥ جم (٧٥ مم)	٨٠	١٢	٣٠ - ١٨
	١ جم (٥٠ مم)	٦٠	١٢	٣٠ - ١٨
ميروك عادي	أقل من ١٠٠ جم	٢٨٠	-	٥
وكبير الرأس		٥٠	-	٣٠
ميروك فضي	أقل من ١٠٠ جم	٩٠	-	٥
		٢٥	-	٢٥
بلطي بأنواعه	٢٠٠ - ٥٠٠ جم	٢٠٠ - ١٠٠	٢٤	٢٨ - ٨

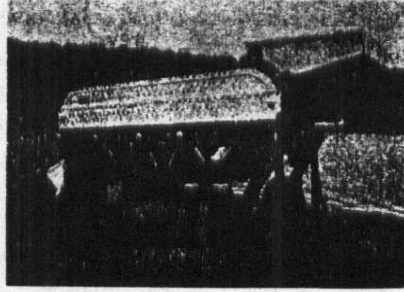
وقد يتم نقل الزريعة في عنبر السفينة أو جسم القارب كما في جنوب شرق آسيا ، كما تحمل الزريعة في أماكن الطعم الحي Live Bait المملوء بالماء على مراكب الصيد حول شواطئ الصيد لنقلها إلى مزارع الأسماك القفصية بهونج كونج. وفي النرويج طورت قوارب خاصة لنقل السمك الحي (كالبيكلاه) ، كما تستخدم في نقل الزريعة للأقفاص السمكية على طول الشواطئ النرويجية. وفيها يملأ جسم القارب بالماء، ويوجد صمامات مثبتة تجاه مقدمة القارب ومؤخرته يمكن فتحها لثبات تدفق الماء في أثناء حركة القارب، ويضبط معدل التدفق ليناسب حركة السمك. إلا أن الطقس القارس يؤثر بشدة في نقل السمك بحريا مسببا ارتفاع نسبة النفوق. ورغم ذلك فقد يكون النقل بالقوارب أكثر انتشارا حيثما يتعذر الوصول للأقفاص بغير هذه الوسيلة كما في اسكتلندا.

وتزيد مشاكل النقل بارتفاع درجة الحرارة والملوحة ويفضل في البلدان الاستوائية نقل السمك ليلا ، أو تعبئة الحاويات بالطح والنشارة الناعمة بنسبة ١ : ١ . والنقل لمسافة طويلة تزيد معه خطورة بناء فضلات ميتابوليزمية كثنائي أكسيد الكربون والأمونيا ، وزيادة عدد البكتريا لذلك طورت طرق النقل بعدة طرق منها :

١ - خفض معدل التمثيل الغذائي ، وبالتالي استهلاك الأوكسجين وإنتاج الفضلات ، وذلك بخفض الإضاءة ودرجة الحرارة.

٢ - امتصاص الأمونيا وثنائي أكسيد الكربون ومراقبة النمو البكتيري من خلال إضافة الزيوليت الطبيعي Natural Zeolite ومنظم Buffer ومضاد حيوي Antibiotic إلى وسيلة النقل.

وقبل نقل الزريعة للأقفاص يجب الحذر والحرص لضبط درجة الحرارة للسك لتقارب البيئة الجديدة وهذه ليست مشكلة في القوارب بينما الأكياس يجب وضعها على الأقفاص لامتزان درجات الحرارة قبل خروج السمك من الأكياس إلى الأقفاص. وفي المناطق الدافئة يتم النقل للأقفاص في المساء المتأخر أو الصباح الباكر. ويجب تقليل الإمساك بالأسماك. وإذا استخدمت التناكات الكبيرة، فتتحرك وتجرح الأقفاص إلى أقرب شاطئ مناسب وتنقل إليها مباشرة (من خلال صمام التدفق للخارج) السمك بالماء بواسطة أنابيب خاصة تتركب على الصمام. وقد تنقل الصناديق من على القارب إلى القفص. وقد تنقل الأسماك باليد أو الشبك أو بالضخ (بعد تقليل حجم الماء)، وإذا استخدمت شبك للنقل فيجب أن تكون ناعمة وعديمة العقد لتقليل التلف. وقد تعد الأسماك بالعين أو باستخدام طاولة العد.



ماكينة تدريج سمك على سقف الأقفاص

ولا ينصح بالتغذية المباشرة عقب نقل السمك إلى الأقفاص ، وإن كان المربيون لا ينتظرون بل يقذفون بالأكل للتأكد من جودة حالة أسماكهم الجديدة. ويعض الأسماك كائنات البطني تستشف سريعاً من تداولها، ويمكن تقديم تغذية منتظمة لها بعد النقل بعدة ٢ - ٤ ساعات ، بينما أنواع الأسماك الأكثر حساسية للضغط (كالسا لمونات) يفضل تركها بدون اضطراب ١٢ - ٢٤ ساعة قبل تغذيتها.

وتتبع كيمياء الدم عقب النقل تشير إلى أن السمك يتطلب عدة أيام ليشفى من جراحه. وخلال هذه المدة يحدث النفوق، لذا يجب تحديد مسؤولية هذا الفقد وعلى من تقع إما على الممول للزريعة أو على متلقى الزريعة.

وعند تخزين السمك في الأقفاص يتم بطريقتين :

- ١ - إما أن يخزن العدد المطلوب للإنتاج لوحدة المساحة أو الحجم، مع عمل حساب نسبة النفوق.
- ٢ - الأغلب تخزين السمك بعدد كبير لينمو ثم يفرد في أقفاص أخرى . إلا أن كثافة التخزين تؤثر على النمو وحدوث جروح ونفوق.

ب - الأغذية والتغذية Feeds and Feeding :

في الزراعة السمكية في أقفاص غير المكثفة يستخدم غذاء طبيعي، بينما في الإنتاج المكثف ونصف المكثف تدخل التغذية كإحدى مكونات تكاليف الزراعة السمكية ، إذ يبلغ ٤٠ - ٦٠ ٪ في المزارع المكثفة، ويتوقف الإنتاج والأرباح على جودة العلف وطريقة استخدامه.

أنواع الأغذية للسماك أساساً نوعان ، إما للإنتاج المكثف أو للإنتاج نصف المكثف. والأغذية نصف المكثفة نسبياً منخفضة البروتين وتكون من مصادر محلية متوفرة بأسعار منخفضة. فالأسماك في الإنتاج شبه المكثف هذا تتغذى طبيعياً على غذاء غني بالبروتين، لذلك فالإضافات الغذائية تكون غنية بالكربوهيدرات والدهون لتجعل بروتين الغذاء الطبيعي للنمو بدل استخدامه كمصدر للطاقة . وهذا النظام يوافق الأنواع السمكية آكلة الأعشاب والهوائم والفتات والكانسة. وهي توافق أساساً أنواع الماء العذب، وتنتشر في البلاد الاستوائية وشبه الاستوائية ويستخدم فيها عدد من أنواع الأعلاف منفردة أو مختلطة ويجب الحذر من احتواء بعض هذه الأعلاف على مواد طبيعية غير غذائية أو مضادات غذائية Antinutrients فتؤثر على السمك.

والأغذية المكثفة تستخدم أساساً في الأنواع آكلة اللحم، وإن ربيت أنواع كانسة /أكلة أعشاب كالبلطي على هذه الطريقة أحياناً عند فقر الماء في مصادرة الطبيعة الغذائية. وفي التغذية المكثفة يجب إمداد السمك بكل احتياجه الغذائية، بالكميات والنوعيات الصحيحة من البروتينات والدهون والكربوهيدرات والمعادن والفيتامينات. ومن هذه الأغذية مخلفات المجازر والسمك النقي، تلي ذلك تكوين أول عليقة في أواسط الخمسينات في أمريكا للسمك، ثم في الستينيات ظهرت العلائق الجافة وتطورت الآن لتزايد فهم الاحتياجات الغذائية وتحسين تكنولوجيا علف السمك . فيوجد الآن عدة أعلاف مركزة مختلفة. رغم أن مازال السمك الطازج أو المجمد، سواء كان مفروماً أو مقطعاً ، هو الغذاء الأساسي لعدد من صناعات زراعة أسماك الأقفاص الهامة مثل أسماك النيل الأصفر وشلبه البحر في اليابان ، ورأس الثعبان والفرخ في تايلاند، والسالمون في النرويج . وهناك أسباب لاستمرار هذا الغذاء في بعض البلدان، ومنها عوامل ومشاكل اقتصادية في تكوين العلائق وحفظ العلف وتوزيعه.

وهناك بعض المشاكل تكمن في أن مخلفات السمك من بعض الأنواع المتوفرة كالسردين والمأكريل محتوَاها الدهني عال عن احتياجات الأنواع المستزرعة، وبمضها يحتوي تركيز عال من إنزيم الثياميناز Thiaminase والذي إذا لم يعامل حرارياً فيؤدي إلى أعراض نقص الثيامين، كما يختلف التركيب الكيميائي لمخلفات الأسماك باختلاف فصول السنة. كما أن مخلفات الأسماك عادة ما تكون غنية بالماء فيصعب نقلها، إلا للمزارع القريبة من المصايد أو المصانع. كما يتخلف عن التغذية على مخلفات السمك الكثير الذي يؤثر على جودة الماء. كما أن الأغذية الخام تعمل كمصدر للعوى البكتيرية.

وقد تعد علائق من لحم مفروم أو مسيلج بعد خلطه مع مساحيق رابطة تحتوي على مسحوق السمك والدقيق والفيتامينات والكربوكسي ميثيل سليولوز ومواد ملونة مثل أحمر كاروفيل Carophyll Red أو مسحوق جمبرى. وإذا استخدم السمك الأبيض فيجب إضافة زيت السمك كذلك لتوفير البروتين من استخدامه كمصدر للطاقة. ويغذى على العجين الناتج بشكل رطب في هيئة كور أو يضغط للأحجام المطلوبة. وبسبب الاختلافات الموسمية في الجودة، ومشاكل النقل، والمشاكل المرتبطة بالتلوث، فلم يعد يستعمل الغذاء الرطب في كثير من دول العالم إلا حيثما توفرت مخلفات السمك رخيصة أو ترفض الأسماك (الذيل الأصفر ، فرخ البحر الأحمر) التغذية على العلائق الجافة، أو لعدم وفرة العلائق الجافة في بعض المناطق. والغذاء الرطب يتكلف أكثر في النقل والتخزين.

ومن مزايا العلائق الجافة على علائق مخلفات السمك أو الرطبة، أنها أقل تلوثاً لثباتها أكثر في الماء، تؤكل أكثر بواسطة معظم الأنواع المستزرعة، أكثر هضمًا ، أقل احتواءً على المضادات الغذائية Antinutrients للطرق التصنيعية المتبعة على المستوى التجارى، كما أن التجفيف لا يشكل زيادة كبيرة في تكاليف العملية (٣-١٪). وهناك طرق عديدة لإعداد العلائق الجافة، أبسطها الإعداد بالطرد (الرطب) Wet extruded لمخاليط العلف التجارية ثم تجفيفها، أما على المستوى التجارى فتتوفر عمليات أعقد وتؤدي إلى نتائج أفضل وجودة متجانسة للعلف.

فتعامل المكونات الغذائية أولاً لتحسين تداولها وتحبيبها، وزيادة قيمتها الغذائية، وتحطيم المضادات الغذائية التي قد تتواجد، ثم تطحن هذه المواد وتخلط قبل تحبيبها. معظم العلائق الراسبة Sinking Diets تطرد باستخدام بخار منخفض الضغط، بينما الطرد مع بخار عالي الضغط قبل التحبيب ينتج علائق منخفضة الكثافة أى طافية Floating والمحبيبات الطافية تمكن من ملاحظة السمك (بواسطة المربين) وحالته الصحية وإقباله على الأكل، كما أنها أكثر ثباتاً في الماء.

وتفضل المحبيبات الراسبة للأنواع السمكية التي تعتمد على وسائل اللمس لتعيين موقع غذائها (كالحفش) والأنواع المحبوسة في أقفاص في القاع (كالطربو أو الترس turbot). وعن استخدام المحبيبات الطافية أو الراسبة في تغذية أسماك الأقفاص ، مازال الأمر غير محسوم ، وإن كان مراقبة فقد العلف الطافي أسهل منها للعلف الراسى. كما أن الغذاء الطافي في الأقفاص الصغيرة أفضل للبلطي وإن كان يفضل العلف الراسى للترس المربى في أقفاص فلا تظهر اختلافات كبيرة في أحجام السمك، إذ تجد كل الأسماك غذاها حتى الأسماك تحت السطحية الأقل تواجداً . وإن كانت وفرة الشق الكربوهيدراتى في الأعلاف الطافية المحببة بالبخار تزداد للحد الذى قد يؤثر على وظائف الكبد على الأقل في التراوت. وعلى أى الحالات فكثافة العلف يحددها نوع السمك، وكثافة تخزينه، وحجم القفص.

ولا ينصح بترك أجولة العلف على مشايات الأقفاص، فتعرض للطيور التي تنقل الأمراض، وتقوم

الطيور كذلك بسكب العلف من الأجولة. والأفضل توفير أماكن لتخزين العلف، تراعي فيها ثبات جودة العلف، بالتحكم في الرطوبة والحرارة والحشرات والقوارض والفطريات والقذارة والملوثات الأخرى، والتي تتلف العلف، وتجعله غير مقبول، ويفقد قيمته الغذائية، بل قد يصير ساما للسماك.

وبالنسبة للسماك ومخلفاته المستخدمة في تغذية السمك فقد تكون مجمدة أو طازجة، ويجب اختيار طازجتها قبل تخزينها، لأن السمك سريع التلف. ويكتفى باختبار المظهر والرائحة للحكم على جودته. وعند تخزينه يجب خفض الحرارة لبقائه صالحا للاستخدام مع عدم أكسدة دهونه، وكلما زادت فترة التخزين كلما انخفضت درجة حرارة المخازن، ولذلك فحفظ السمك ومخلفاته بالتبريد مكلف (لأسعار التجميد) لذلك يفضل حفظه كسيليلاج، وهي وسيلة أرخص من التجميد، كما أن السيليلاج مقبول جدا للسمك كغذاء رطب.

وهناك عدة طرق للسيليلاج، وأكثرها انتشارا هي باستخدام الحامض. وللسيليجة تقطع الأسماك أو مخلفاتها، ثم تخلط مع ١٠,٥ ٪ من حمض الكبريتيك و ١٠,٥ ٪ من مخلوط أحماض الفورميك والبروبيونيك، وذلك لخفض PH السمك لأقل من ٤، ويضاف كذلك في هذه المرحلة أحد مضادات الأكسدة مثل الـ Ethoxyquin بمعدل ٢٥٠ جزء في المليون. ويمكن استخدام السيليلاج في الحال، أو يخزن في أوان بلاستيك أو تانكات سيليلاج لحفظه عدة شهور. وفي أثناء التخزين يفقد الحمض الأميني تريتوفان، لذلك يستخدم مادة رابطة عالية التركيز من التريتوفان. ويخلط السيليلاج مع مسحوق رابط يحتوي بروتين وفيتامينات ومادة ربط لتكوين محبيبات رطبة ثابتة في الماء صالحة للاستخدام حتى ٣ أيام حسب ظروف التخزين، ونسبة السيليلاج للمسحوق الرابط ٦٠ : ٤٠ : ٥٠ : ٥٠. ويعيب التخزين بالقرب من الماء لمدة من الزمن أن تتجمع الرطوبة، ويتكتل العلف، مؤديا لمشاكل تفكك المحبيبات، والغزو الميكروبي لذا لا ينصح بإطالة فترة تخزين كميات كبيرة من العلف الجاف.

فالعلف الجاف المعبأ يحفظ في أماكن نظيفة، جافة، بعيدا عن المبيدات، والأدوية، والمواد البترولية، والمواد المحتوية على عناصر ثقيلة كالدّهانات. وكل من الحرارة والرطوبة له عظيم الأثر على معدلات التغيرات الكيميائية الحادثة وعلى نمو الفطريات والحشرات. فالرطوبة المرتفعة تؤدي إلى سرعة تلف فيتامين (ج)، وارتفاع كل من الرطوبة والحرارة معا يزيدا من إنتاج البيروكسيدات والتي تهدم فيتامين (هـ) والفيتامينات الذائبة في الدهون الأخرى.

وفي معظم مزارع الأبقاص المكثفة وشبه المكثفة يتم تغذية السمك على مدار العام، فيما خلا أوقات الطقس القارس، ففي الجو شديد البرودة أو شديد الحرارة لا تتغذى (أو لا يجب أن تتغذى) الأسماك. وفي الاتحاد السوفيتي (سابقا) حيث تشتد البرودة شتاء فيعيش المبروك العادي تحت سطح الجليد ولا يتغذى حتى الربيع عند ذوبان الجليد وتركه للأبقاص، بينما في غرب أوروبا تقف تغذية السالمون الأطلنطي مؤقتا إذا ارتفعت درجة الحرارة عن ١٨° م. وفي اليابان أحيانا يخفض مستوى أبقاص السمك الذي

الأصفر تحت سطح البحر خلال الأعاصير ، بينما تتأقلم بعض الأبقاص لذلك تستمر تغذيتها .

وتقدم الأغذية عادة باليد فى حالة المزارع الصغيرة ، على أن تذاب الأغذية المجمدة (فضلات السمك) أولا على حرارة الغرفة أو يدفع الماء عليها ، وتقطيعها أو فرمها إذا لزم الأمر . فتجمل إلى الأبقاص فى جرادل وتنثر على السطح بجاروف . وقد توضع بلوكات السمك المجمد (مغروم السمك ويقايا الجمبرى) على سطح الماء لتستهلك الأسماك مايفكك منها أولا بأول ، وإلى أن تذاب تكون استهلكت فى نفس الوقت (عدة ساعات) .

وقد تعمل كورمن العلف الرطب المزارع شبه المكثفة للبلطى ، بوضعها على قمة شبكة القفص وتخفيض برفق الشبكة إلى الماء . والتغذية اليدوية توضح للمزارع كيف أن أسماكهم جوعانة وبالتالي يضبط كميات العلف المستهلكة ، كما يمكن تتبع الحالة الصحية للقطيع ، حيث إن الأسماك المريضة عادة ما تتوقف عن التغذية . إلا أن التغذية اليدوية لاتصلح للإنتاج المكثف (لزيادة الحاجة للعمالة) على المستوى الكبير ، كما قد تؤدى التغذية اليدوية إلى الدفع الغذائى وماينتج عنه من قلة معدل التحويل الغذائى وزيادة الفضلات ونقص الأرباحية .

وقد انتشرت الغذايات الميكانيكية (لتحل محل التغذية اليدوية) فى معظم المزارع المكثفة الكبيرة ، لأسباب اقتصادية العمالة وهذه الغذايات منها مايعمل حسب الطلب Demand feeders ومنها مايعمل ذاتيا Automatic feeders ، والأولى أقل تكلفة وتمد السمك بالغذاء كلما تطلب على مدار اليوم ، وتحقق الغذايات حسب الطلب محصول سمك متجانس الحجم ، ذى معدل تحويل غذائى أفضل ، وإنتاج أعلى ، وتحسين خواص الماء ، وأقل مشاكل مرضية عن النظام الذاتى . البلطى والمبروك (إما معدته غير متطورة أو ليس له معدة مطلقا) تتطلب وجبات متكررة وصغيرة ، بينما الأنواع آكلة اللحوم معدتها متطورة ويمكنها تخزين الغذاء ، لذا تأكل كل ٦ - ٨ ساعات . ويتحكم الهيبوثالامس فى الشهية للآكل نتيجة استجابته لمستقبلات معتدة فى جدر المعدة أو مقدم الأمعاء ، وربما كذلك استجابته لمستوى سكر الدم . لذلك تقل الشهية والتغذية عند امتلاء المعدة أو الطرف الأمامى للأمعاء بالآكل وتعود الشهية للآكل بمروره إلى الأمعاء أو الطرف الخلفى للأمعاء . والغذايات الذاتية تقدم كميات مضبوطة من الغذاء فى أوقات محددة سبق تحديدها بمعرفة المنتج نفسه ، وهى تصلح إما للغذاء المحبب الجاف أو للمحببات الرطبة . وتعمل هذه الغذايات إما بالبطارية ، أو بالكهرباء ، أو بالماء المضغوط ، أو بالهواء المضغوط . وتزود هذه الغذايات بخلية ضوئية للتأكد من عملها فى ضوء النهار فقط . ومن الغذايات الذاتية مايفير من فترات التغذية وكمياتها حسب درجات الحرارة والأمواج والتيارات ، أو يوقف التغذية فى الظروف غير المواتية ، وذلك لاحتوائها على كومبيوترات صغيرة . وتقوم الغذايات الميكانيكية بنثر حتى ١٥٠٠ كجم علف / ساعة على مساحات تصل أقطارها إلى ١٣ م . ورغم دقتها إلا أنها لاتراعى صحة الأسماك . وشهيتها ، علاوة على ارتفاع أسعارها

وتكاليف تشغيلها .

ج - الإدارة الروتينية Routine management :

١ - تتبع جودة المياه :

وذلك للأسباب التالية :

- أ - تجنب الفقد الحادث نتيجة التغيرات الميئية في جودة الماء .
- ب - لتقييم موقع وهيئة الأقفاس داخل الماء .
- ج - لحفظ معدل تخزين وتغذية مثالي .
- د - للمساعدة في تقييم قطمان الأقفاس تحت الضغط ، لتجنب مايمكن أن يزيد الضغط على السمك (كالتدريج) .
- هـ - لجمع معلومات عن التغيرات طويلة الأجل في جودة الماء ، لتقييم أى تغييرات مقترحة في الإنتاج .

وأهم البيانات الواجب جمعها هي الأوكسجين الذائب ودرجة الحرارة وذلك بشكل يومي عند ارتفاعهما وانخفاضهما (أى في الفجر وفي منتصف النهار في ظروف هادئة) ، وذلك داخل وخارج الأقفاس ، وعند سطح وقاع الأقفاس (وقد يجرى التقدير من منتصف القفص للتسهيل بدلا من السطح والقاع) .

كما ينبغي إجراء تقديرات منتظمة للأنوت (أمونيا ، نيترات ، نيتريت) ، والفوسفور الذائب ، PH ، قرص سسشى Secchi disc ، مستوى الكلورفيل ، وذلك لاعطاء المزارع صورة أكثر كمالا عما يحدث في بيئة القفص وتساعد في الكشف عن المستويات الخطرة من السموم (أمونيا ، نيتريت) والتي تؤثر في عملية زراعة السمك ، وتكشف عن أثر الزراعة على عشائر الطحالب (مستويات الكلوروفيل ، وقرص سسشى) . وهذه أكثر أهمية في أوقات الحر والهدوء . وإذا كان القياس بقرص الشفافية ، PH سهلا ، فهناك كذلك محاليل وأوراق دليل سابقة التجهيز تمكن من باقى التقديرات بسهولة بون الحاجة للطرق الدقيقة الكيماوية المعملية والتي تتطلب أجهزة خاصة بجانب الكيماويات . ومتابعة حالة الماء من الأهمية بمكان في أقفاص السمك المكثفة ، والتي تؤدي إلى محصول عال بالنسبة لحجم وطبيعة المكان .

٢ - رعاية السمك وإدارته :

تؤخذ عينات بصفة دورية من السمك لوزنها لتتبع حالة النمو في القطيع ، لاخذ القرارات الإدارية مثل تحديد سياسات التخزين والتغذية ووقت الحصاد .

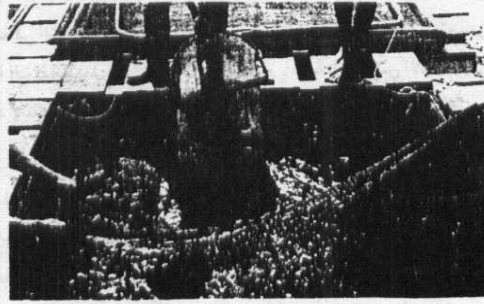
وترفع الشبكة قبل أخذ العينة ، لتركيز السمك في حجم قليل من الماء فيسهل صيد عينة ممثلة لقطيع

القفص ، لأن السمك الذى يكون عند السطح ربما يكون أكبر من الأحجام السائدة . وتجمع العينة بشبكة غطس ، لعدّها ثم نقلها إلى جردل ووزنها ، لحساب متوسط الأوزان .

ينمو السمك يزداد حجمة وبالتالي كثافة تخزينه فى القفص ، إلا إذا كان معمول حساب متوسط الأوزان عند الحصاد بداية من التخزين . وفى حالة زيادة كثافة التخزين ، تقسم الأسماك من وقت لآخر على أقفاص أخرى لحفظ ظروف النمو مثالية ، ولتقليل أخطار الأمراض . وتكرار هذا الخف يتوقف على قرار المزارع للاستفادة من الأقفاص المتاحة ، وعلى التكاليف النسبية والفوائد المتحصل عليها من إزجاج قطيعه ، لأن عملية تحريك السمك فيها ضغوط على السمك ، وقد ينتج عنها وقف التغذية والنمو أو حتى نفوق بشدة خاصة فى الظروف الجوية غير المواتية . وفى أثناء عملية الخف هذه يستحسن تدريج السمك ، لأن معدل التغذية اليومية يتوقف على متوسط وزن الجسم ، فيفضل تجانس الأسماك فى القفص الواحد فى أوزانها ، وذلك لإنتاج أسماك قياسية الحجم .

وهناك طرق للتدريج أهمها بالعين المجردة ، وإن كان فى الزراعة المكثفة تستخدم الماكينات ، ومنها ماكينات التدريج الذاتية Automatic graders . ومعظم الماكينات مصممة للتعامل مع السمك أوزان ٥٠ - ٥٠٠ جم ، ويكن ضبطها لفرز ٤ - ٥ أحجام مختلفة . وتنقل الأسماك من الأقفاص لماكينات التدريج ، ومن عملية التدريج إلى أماكنها الجديدة باستخدام مضخة السمك الحى وأنايب . ويجرى تتبع الأمراض بانتظام ، من خلال ملاحظة السمك وسلوكه فى الأكل تحت الظروف الطبيعية دون اضطراب ، وإذا شك فى أى سلوك فيجب أخذ عينه من القفص لفحصها من حيث تغييرات فى المظهر العام (تشوهات العمود الفقري) ، والجلد (لون) ، وجود أضرار lesions مختلفة ، طفح rashes ، بقع spots أو كتل Lumps ، مخاط بشدة) ، العيون (بروز العين bulging ، عتامة العدسات Cloudy lens) ، الزعانف والذيل (تاكل erosion) ، وكلها علامات أحيانا ما تكون إشارات خطأ للأمراض . ورغم انتشار الأمراض ، فإن بعض حالات التفوق دائما تحدث فى مزارع السمك بدون توضيح لأسبابها . وعموما أى سمك يموت يجب إبعاده فوراً لأنه ربما يكون مصدراً لعدوى أخرى كما أنه يجذب المفترسات . ولاتزال الأسماك الطافية فقط بل كذلك على الأقل مرة كل أسبوع ترفع الشباك لإزالة الأسماك الميتة على قاع القفص ، وإن كان رفع الشباك مستهلكا للوقت ويسبب ضغوطا على الأسماك وربما يؤذيها . فتسجيل الوفيات أساسى فى التحذير من الإصابة بالمرض أو انتشاره ، ويساعد على إعطاء معلومات قيمة للمزارع عن تقدم القطيع واستراتيجيات الإدارة (كثافة التخزين ، معدل التغذية وغيره) ، وهى أساسية كذلك لطلب التأمين أو الضمان . والسمك النافق يجمع ويدفن فى جير خاصة إذا شك فى انتشار مرض . وإزالة السمك الميت ليس فقط احتياط ضد انتشار المرض ، بل كذلك يخفض من فضلات الفوسفور والنيتروجين . وتُظهر كل الأدوات المستخدمة فى نقل الأسماك الميتة والمريضة .

وقبل حصاد السمك يصوم يوما أو يومين لتفريغ الأمعاء وتحسين اللحم ، حيث إن امتلاء الأمعاء بالغذاء والنيكتريا تسرع من انحلال وتلوث لحم السمك عند تجهيزه . وللصيد قد تُجر tow الشباك أو ترفع الشباك ميكانيكيا ، وتجذب الشباك لأعلى لتركيز السمك في حيز صغير من الماء ويصاد السمك بشباك غطس dip nets . وقد تستخدم روافع Hoists على أرصفة ومشابيات الأقفاص أو على قوارب ، وتستخدم لعمل شباك غطس كبيرة . وإذا لم توجد مشابيات للأقفاص فتصاد الأسماك باليد من قارب . وفي بعض الأقفاص قد تدور وترفع من الماء ويتكوم السمك في أحد الأركان



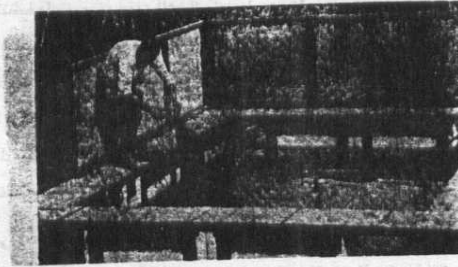
المصاد وجمع السمك للتصويق

و يجب أن تعامل الأسماك في هذه المرحلة برفق ، لأن أي ضغوط ربما تؤدي إلى بناء ATP في العضلات ، مما يقلل وقت صلاحية السمك ، ويسرع من تلفه ، ويظهر الجلد بمنظر قبيح ملطخ ، وتظهر كدمات في لحم السمك مما يسرع من إنفصاله . وقد ينقل السمك حيا إلى الأسواق و تجار الجملة والمطاعم لارتفاع أسعاره ، أو يقتل بوضعة في أوان حتى يخفق asphyxiate وفي هذه الطريقة يزداد محتوى العضلات من حمض اللاكتيك مما يسرع من عمليات الفساد . وهناك عدد من آلات قتل السمك الكهربائية ، بعضها يمكنه التعامل مع حتى ٥٠٠ كجم في نفس الوقت . والأسماك الكبيرة القيمة عادة تقتل فرديا بالطرق على الرأس أو بالإدماء والإدماء أفضل ، إذ يطيل مدة صلاحية السمك ، ويحسن من مظهر وطعم السمك ، ومن يعارض الذبح يدعى أن السمك يفقد ٢٪ من وزنه ، وأنها عملية غير إنسانية لحد ما علاوة على بطنها . ويحدث الإدماء بسكين خلف الفياشيم لقطع الأوعية الدموية ، ثم توضع الأسماك في تانكات ذات ماء جارى بارد أو مثلج . وتترك لتدمى عدة دقائق . وقد تخدر الأسماك قبل ذبحها بالضرب على الرأس أو بحفظها في تانكات ذات ماء غنى بثاني أكسيد الكربون لمدة قصيرة .

وتشحن الأسماك المصادة بسرعة قدر الإمكان لضمان طراحتها عند وصولها للمستهلك . وقد ترص الأسماك ببساطة و بينها طبقات ثلج في صناديق معزولة . وأحيانا تجوف الأسماك وتنظف في المزرعة قبل شحنها ، في مزارع أخرى قد تدخن الأسماك أو تجفف أو تجمد قبل شحنها للاستهلاك .

٣ - صيانة الأقفاص و العدد :

بغض النظر للتلف الحادث بسبب العواصف والمفترسات والمواد المتراكمة والأبحار والسرقة والتخريب ، فإن كل المواد المستخدمة فى بناء وتركيب الأقفاص لها عمر محدد . لذا يجب اختبار الأقفاص والشباك والمرسى وذلك على فترات لوجود أى علامات تلف أو تمزيق أو قطع ، لإصلاحها أو تغييرها إذا لزم الأمر ، لأن الإهمال يضع القفص والقطيع فى خطر ، كما أن حياة الإنسان نفسها تكون مهددة لهذا الإهمال .



الرعاية الدورية للأقفاص

و يجب اختبار مدى سلامة الشبك فى أثناء تنظيفها ، ومن حين لآخر باستخدام القوارب أو مشايات القفص أو بالغطس ، أما شبك المفترسات فترفع لاختبارها . التمزقات البسيطة يمكن شبكها ، بينما التلف الأكبر يستلزم تغيير الشباك لأصلاحها على الشاطئ . ويفضل وجود شخص فى المزرعة يجيد عمليات علاج وإصلاح الشباك . وتراعى مناسبة حجم فتحات الشباك مع حجم السمك فإذا كانت ضيقة تعيق التبادل ، وإذا كانت متسعة تلوّكها الأسماك . وتختلف المدة اللازمة لتغيير الشبكة من كل أسبوع إلى كل عام ، حسب الموقع ، و المادة المستعملة فيها ، فصل السنة ، الإدارة ، تصميم القفص .

و يتم تغيير شبكة القفص بفكها من ركنين متقاربين ، وتسحب الجانب الحر تجاه الجانب المقابل ، فيتجمع السمك فى جزء بسيط قرب السطح ، يشبك أحد جوانب الشبكة الجديدة إلى الركنين الحريين ، و تسحب أسفل الشبكة القديمة ، يسقط السمك برفق من الشبكة القديمة للجديدة قبل إزالة الشبكة القديمة للنظافة أو الإصلاح . ويتطلب تغيير الشبكة من ٣٠ دقيقة إلى ساعتين ، حسب ثقلها (أى درجة تلوثها و قدرتها) ، وحجم وتصميم القفص ، و الطقس .

و لتنظيف الشباك الملوثة ، تقلب الأقفاص ، لخروج الجزء القذر أعلى الماء و تعرض للهواء ، فتتركها الكائنات وتجف وتموت ، وهذا قد يتطلب حوالى أسبوع ، وقد يساعد المزارع فى إزالة الأجزاء المقشرة بفرشة خشنة . وقد تكوم الشبكة القذرة و تغطى بمشبع أسود حتى تتلف الكائنات قبل تنظيفها . ويفضل البعض نزع الشبكة لجعل الأسماك النجمية والمفترسات الأخرى تزيل المحار اللاصق . وفى معظم مزارع

الأقفاص عادة تعلق الشبكة أو تلقى لتجفيفها عدة أيام ، فيسهل تنظيفها . وقد تستخدم الفرش الشعر الخشنة أو العصي أو الخراطيم عالية الضغط للتخلص من المواد اللاصقة . وإذا استخدمت الطريقة الأخيرة (خراطيم عالية الضغط) فتكون على أرض خرسانة مائلة حتى يصرف الماء والمخلفات .

وقد استخدم قديما عدد من طرق التنظيف الكيميائية ، كالنقع ٢ - ٣ أيام في محلول ٣ ٪ حمض فورميك مع ٩ ٪ كبريتات نحاس ، أو ٣ ساعات في محلول هيبوكلوريت صوديوم . وهذا يسهل إزالة المحار بعد ذلك بخرطوم عالي الضغط . ولم تعد تستخدم الطرق الكيميائية لأسباب اقتصادية ولخوف المزارعين من تأثير الكيماويات على السمك . ويجب الحذر من معالجة الشباك الصناعية الحديثة ، لأنها غالية وسهلة التلف خاصة عند تنظيفها . وعموما فإن الشباك غير المستعملة يجب تخزينها بعناية تحت ظروف نظيفة وجافة . وعادة تباع شبكات الأقفاص معاملة بمواد مانعة للقر ، لذا عند شرائها يتأكد إذا ما كانت معاملة ، ولايسال عن أى المركبات ممكن استخدامها لمعالجة شبكاته (بالنقع في محاليلها ٢٤ ساعة على الأقل) قبل تخزين السمك فيها . وإذا رغب في إعادة معاملة شبك قديمة بموانع القر antifouling ، فيجب اتباع إرشادات المنتج لأخذ الاحتياطات اللازمة قبل إعادة استخدام الشباك . وتفحص المراسي Moorings بانتظام ، خاصة عقب الأعاصير .

و يشترط في أسماك الأقفاص أن تكون سريعة النمو ، و يمكنها التغذية الصناعية ، و سهلة التأقلم على ظروف الاستزراع . مقاومة للأمراض ، زرعيتها متوافرة ، ذات قيمة اقتصادية . ومن هذه الأسماك البلطي بأنواعه والمبروك والقراميط والبورى والقاروص . توزن الأسماك كل أسبوعين لتعديل برنامج التغذية الصناعية (وقد يكتفى بالتغذية الطبيعية بتسميد المياه بغزارة)

و تحسب الوجبات اليومية للزراعة في أقفاص عائمة ككمية علف تتطلبها الأسماك لأفضل نمو ، أى لأقصى نمو بأقل تكاليف . وغالبا ما يعبر عنها كنسبة مئوية من وزن الجسم في اليوم . فالسمك الصغير يتطلب علفا أكثر من السمك الكبير :

زريعة (أقل من ١٠ سم)	: حوالى ٨ - ١٠ ٪
إصبعيات مبكرة (١٠ - ٣ سم)	: حوالى ٦ - ٨ ٪
إصبعيات متأخرة (٣ - ٥ سم)	: حوالى ٥ - ٦ ٪
مرحلة ما قبل البلوغ المبكرة (٥ - ١٠ سم)	: حوالى ٤ - ٥ ٪
مرحلة ما قبل البلوغ المتأخرة (١٠ - ٢٠ سم)	: حوالى ٣ - ٤ ٪
مرحلة البلوغ (أكبر من ٢٠ سم)	: حوالى ٣ - ٣,٥ ٪

وكلما كان الماء عميقا زاد السمك طولاً ووزناً ، وينبغي ألا يقل عمق الماء عن ٧٥ سم . وتغطية القفص قد توفر الظل الذى يخفض نمو الطحالب ويشجع على التغذية الصناعية . وتختلف كثافة تخزين

السماك حسب نوعه ، فالبلطى يمكن تخزين بمعدل ٢٠٠ - ٥٠٠ سمكة / م^٣ والوزن الأولى للتخزين الأمثل ٢٤ كجم / م^٣ يحقق أفضل نتائج ، وحجم التخزين لإصبعيات وزنها ٩ - ٥٥ جم تصل لوزن التسويق ٢٠٠ جم فى ٤ - ٦ شهور . وتحقق التغذية الصناعية إنتاجا سنويا ٣٦ - ٩٣ كجم / م^٣ ، وإذا استخدم سمك كله ذكور فإنه يحصد ٣ مرات / سنة بإنتاج سنوى ٢٠٠ كجم / م^٣ . وقد تخزين الزريعة فى الأقفاص بكثافة عالية ثم تفرد باستمرار فى أقفاص أخرى حتى تصل إلى ١٠٠ كجم / م^٣

و تستخدم فى أقفاص البلطى شباك نيلون أو شباك بولى إيثيلين ذات أحجام فتحات مختلفة كالتالى :

حجم السمك	الغرض	حجم فتحات الشباك مم
زريعة أقل من ١٢ جم	حضانة	٣ - ١
إصبعيات ١٢ - ٣٠ جم	نمو	٨ - ٤
٢٠ - ٢٠٠ جم	نمو	٢٠ - ١٠
أكثر من ٢٠٠ جم	نمو	٢٥ - ٢٠
للتكاثر أكثر من ١٥٠ جم	تكاثر	٣ - ١

و تصمم أقفاص أسماك البلطى بأبعاد ٢ × ٣ × ٢,٥ م حتى ٥٠ × ٢٥ × ٥ م ، ويتم تخزينها بمعدل ١,٦ - ٥٠ سمكة / م^٣ ، بأحجام ١ - ٢١ جم ، لمدة ٣ - ١٠ شهور ، لتحصد فى أحجام ٧٠ - ٢١١٢ جم ، وقد يضاف إليه كغذاء مختلف الأعلاف (رجبى أرز ، دقيق قمح ، جمبرى ، مسحوق سمك ، مسحوق جمبرى ، علف كتاكيت تسمين) ، وقد لا يضاف إليها غذاء صناعى ، ويصل إنتاج الأقفاص من البلطى فى القليلين من هذه الطرق المختلفة (معدل تخزين ، حجم الأقفاص ، حجم الزريعة ، مدة النمو ، حجم التسويق ، نوع التغذية) ما بين ٠,٠٥ - ٢٠,٣ كجم / م^٣ / شهر .

و أفضل تغذية للبلطى فى الأقفاص عليقة من رجبى الأرز (٧٧ ٪) ومسحوق السمك (٢٣ ٪) ، و قد يستخدم روث الخنازير ، و رزق النواجن ، ومسحوق لب جوز الهند ، ومخلفات المطابخ ، ومخلفات التصنيع الزراعى . و تتم التغذية بمعدل ٣ - ٥ ٪ من وزن الجسم يوميا ، وحسب حجم السمك . و قد تنثر الغذاء على السطح الماء ، ويرطب لعمل كور تقدم للتغذية عدة مرات فى اليوم . و فقراء المزارعين لا يفتنون أسماكهم إلا حينما تتوفر الأغذية بظروفها .

و القفص ٧ × ٧ × ٢,٥ م بعمق فعلى ٢ م المخزن بإصبعيات البلطى (٢٠ - ٣٠ جم) بمعدل ٤ - ٥ آلاف إصبعية فى القفص والمغذاة ٣ مرات يوميا لمدة ٤ - ٦ شهور ينتج ٤ - ٣,٤ طن من محصولين سنويا . بينما المبروك (٥٠ - ١٠٠ جم) يخزن بمعدل ٥٠ - ١٥٠ سمكة / م^٣ منتج ١٥٠ - ٢٠٠ كجم / م^٣ / سنة فى أقفاص عائمة أو مثبتة ، الأولى سعرها معتدل و متحررة من تقلبات مستوى الماء لكنها عرضة

للتيارات القوية و الأمواج والرياح ، بينما الأقفاص المثبتة مقاومة للأمواج و التيارات ، إلا أنها مرتفعة السعر و تتأثر بالتقلبات فى مستوى المياه .
و عند تخزين القراميط (٢٥ - ٤٠ جم) بمعدل ٢٥٠ - ٣٥٠ سمكة / م^٣ كان المحصول كذلك فى حدود ١٥٠ - ٢٠٠ كجم / م^٣ / سنة فى المتوسط .

الفصل الرابع حقول الأرز

زراعة السمك في حقول الأرز Fish cultivation in rice fields تعتبر إحدى أفضل وأكثر الطرق المنطقية لاستخدام الأرض الزراعية. وقد أجريت في الشرق الأقصى لعدة قرون من الزمان حتى وصلت إلى درجة عالية من الكمال الفني. ثم انتشرت إلى مدغشقر وجنوب شرق الولايات المتحدة وإيطاليا وإفريقيا ولهاية السمك في حقول الأرز أهمية كبيرة في الإقتصاد الزراعي في مناطق تطبيقها إذ تعمل على إنتاج البروتين الحيواني بأسعار رخيصة خاصة وأن هذه البلدان تعاني من نقص مزمن في البروتين الحيواني، خاصة وأن مساحات الأرز مساحات كبيرة مما يعظم إنتاج السمك منها خاصة وأن أرض الأرز تكون بعيدة عن البحار والبحيرات ومراكز صيد السمك الأخرى. ويعمل السمك على مقاومة الحشائش والطحالب والريم والديدان الحمر في حقول الأرز مما يمنع منافستها للأرز فيحسن المحصول بل وكذلك القواقع واليموخس ما يحسن من محصول الأرز (ومحصول السمك) ويقاوم أمراض المالدريا والحمى الصفراء (التي تنقلها اليموخس) والبلهارسيا (التي تلعب القواقع دوراً في حياتها). فيجانب إنتاج البروتين من السمك بلا تكاليف، فالسمك ذاته وسيلة للمقاومة البيولوجية بقضائيه على الحشائش واليموخس والقواقع. ولعمق الماء في حقول الأرز دوراً في مكافحة الفئران. ولأنه في الزراعة (السمك في الأرز) دوراً في المحافظة على خصوبة التربة للتسميد غير المباشر بإخراجات السمك والاستفادة من التغذية الصناعية بما يزيد محصول الأرز بمقدار ٥ - ١٥ ٪ فيقلل من تكاليف الإنتاج، كما يساعد السمك بحفره القاع على حرث الحقل والمساعدة في المعدنة mineralization والتهوية.

وتختلف طرق زراعة السمك في حقول الأرز طبقاً لاختلاف المناطق وطقسها، واختلاف أنواع السمك المستزرعة، واختلاف نوع الأرز المزروع وطرق زراعته، واختلاف طرق زراعة السمك وتغذيتها الصناعية وتسميد الأرض (وكذلك استخدام المبيدات في مقاومة طفيليات الأرز). فهناك اختلافات كبيرة في طرق الحبس والرعاية، ففي بعض الحقول لا يخزن فيها السمك بل يحبس Capture بها السمك البري طوال فترة غمر الحقل بالماء بينما السمك المستزرع culture يتم فيه تخزين السمك في الحقل بنفس طريقة الاستزراع في الأحواض السمكية. ويجب التمييز بين الإنتاج الموحد في وقت واحد simultaneous والإنتاج المتناوب alternate وذلك بالنسبة لحصاد الأرز والسمك، ففي الحالة الأولى يتموكل من الأرز والسمك معاً وهذه هي زراعة الأرز / السمك الحقيقية. بينما إذا تناوب الإنتاج فعندئذ يحصد السمك بالتناوب. ومن طرق الحصاد أن يحصد الأرز والسمك مرة في السنة، وطريقة أخرى ثلاثية الحصاد في السنة مرتان للأرز ومرة للسمك، وطريقة ثالثة أكثر تعقيداً تعطى خمسة محاصيل للأرز أو السمك على مدار سنتين. وتختلف الطرق كذلك حسب حجم السمك الناتج فإما ينتج إصبعيات إذا بدأنا بالفقس، أو ينتج سمكاً للكل إذا بدأنا بالإصبعيات، وقد يستخدم حقل الأرز كحوض للتبويض. ويجب مراعاة فترة غمر الحقول بالماء

والتي يتم فيها السمك قبل صرف الحقول لتجفيفها لازهار ونضج الأرز، وفي هذه الفترة إما تباع الأسماك أو تخزن في أحواض لإعادتها ثانية إلى حقول الأرز مرة أخرى لرعايتها لسنوات كما يجرى في اليابان ، أو تحفر أخاديد في حقول الأرز لتلجأ إليها الأسماك وقت تجفيف الحقول كما يجرى في تايلوان .

ويعامل حقل الأرز المستزرع بالسمك بنفس طريقة الاستزراع السمكى في أحواض أى يعتبر كحوض سمك مع اختلاف عمق الماء به إذ يكون ضحلاً لوجود الأرز . فيعامل الحقل بتوفير مروج ومصرف للماء الحقل بالماء وقت النمو وتجفيفه عن حصاد السمك لإنضاج الأرز ، ويحيط الحقل بالتربة لحفظ الماء به وارتفاع الجوانب ٢٥ سم ، وعرضها ٥٠ سم من أسفل و٢٥ سم من أعلى ، وتحشى فتحة دخول وخروج الماء من دخول أسماك غريبة أو هروب الأسماك المستزرعة ، يجرى صرف الماء وصيد السمك بمساعدة أخاديد محفورة حول الحقل وخلالها يعرض ٥٠ سم وعمق ٣٠ سم على الأقل مع وجود أخاديد بعمق متر على الأقل تلجأ إليها الأسماك عند صرف حقل الأرز أو عند ارتفاع أو انخفاض الحرارة بشدة في أثناء حياتها . وتدفق الماء قد يحدد إنتاج السمك ففي أندونيسيا تقدر الاحتياجات المائية للسمك بمعدل ١ - ٢ لتر / ثانية / هكتار . وقد يستخدم الماء العذب وإن كان مكلفاً لكن يمكن استخدام الماء الضروب الضارب للملحة أو الأسن brackish . وأفضل طريقة هي ضمان استمرار تدفق الماء لحقل الأرز وعلى الأقل حتى على فترات لتعويض الفقد بالتبخير والتسرب لحفظ مستوى الماء بالحقل . وفي المناطق الاستوائية منخفضة الارتفاعات ذات الأرض الغدقة والحرارة العالية ينخفض جداً مستوى الأوكسجين الذائب وتزيد الحموضة مما يحدد بشدة من اختيار الأنواع القادرة على مقاومة هذه الظروف الصعبة . وينبغي اختيار نوع الأرز الذي يتطلب ماء عميقاً ، ويقاوم حفر السمك في القاع بحثاً عن الغذاء . ويصل طول الإصبعيات ٣ - ٤ كجم في أسابيع بينما سمك الأكل يصل ١٠٠ جم في شهرين .

وفي الإنتاج الموحد للأرز والسمك يتم تخزين الفقس (١ سم لإنتاج الإصبعيات) بمعدل ٦٠ - ١٠٠ ألف/ هكتار بينما تخزين الإصبعيات (٥ - ٨ سم لإنتاج سمك المائدة) بمعدل ٢ - ٣ ألف / هكتار . ونسبة الفقد عالية بين السمك المستزرع في حقول الأرز وتتراوح ما بين ٤٠ - ٦٠ ٪ للإصبعيات و ٢٠ - ٣٠ ٪ لسمك المائدة وذلك بسبب الحيوانات المفترسة (مثل أبو قردان herons) وارتفاع درجات الحرارة خاصة مع الماء الضحل قليل الأوكسجين الذائب .

وفي حالة حبس السمك البرى في حقول الأرز فإن إنتاجه لا يزيد عن ٤٠ كجم / هكتار/ سنة بينما الاستزراع في حقول الأرز فيتراوح الإنتاج ما بين ١٠٠ - ٢٠٠ كجم / هكتار / سنة في المتوسط ، إلا أنه في اليابان يصل الإنتاج إلى ١٠٠٠ - ١٨٠٠ كجم / هكتار / سنة بالتغذية الإضافية .

ينبغي في السمك المستزرع في حقول الأرز أن يتحمل الماء الضحل وانخفاض الأوكسجين الذائب وارتفاع الحرارة مع سرعة نموه حتى حجم التسويق . ويقاوم الماء العكر ولا يميل إلى الهروب . ومن هذه الأنواع المستزرعة في الشرق الأقصى المبروك والبطى الموزامبيقى ، وفي الولايات المتحدة يستزرع القراميط . وفي الماء الضروب تستزرع البطى الموزامبيقى والبردى .

ومن بعض السلبيات الموجهة لزراعة السمك مع الأرز أنها تحتاج جسور وأخاديد بما يشغل ٥ ٪ من المساحة ، (وإن كان إنتاج السمك يعوض النقص في مساحة الأرز) ويقول البعض إن حفر السمك في القاع يخفض من إنتاج الأرز ، كما يتطلب السمك ماء عميقاً قد لا يحتمله الأرز، وبعض الأراضي لا يمكنها حفظ الماء لمدة طويلة ، ومن أكثر العيوب انتشاراً هي عدم مقدرة استخدام الوسائل الزراعية الحديثة من ميكنة وأسمدة كيماوية ومبيدات حشائش ومبيدات حشرية، ويمكن تلاشي هذه العيوب بالزراعة المتناوبة بين السمك والأرز فيمكن استخدام مستوى الماء المناسب لكل منهما على حدة وتستخدم الوسائل الميكانيكية والمبيدات الحشرية ومبيدات الحشائش في زراعة الأرز دون الإضرار بالسمك إذ بعد حصاد الأرز يحول الحقل إلى حوض سمك مؤقت.

ومن المهم في زراعة السمك في حقول الأرز أن يتم تنمية أنواع أرز مقاومة للأمراض لخفض استخدام المبيدات ، وزيادة نمو الأرز عالى الإنتاجية جديد الأنواع تقلل فترة نمو السمك حوالى ٥٠ يوماً ، إذ أن أنواع الأرز العادية تتطلب ١٥٠ - ١٦٠ يوماً حتى الحصاد بينما الأنواع الجديدة تتطلب ١٠٠ - ١١٠ أيام فقط حتى الحصاد فتكون النتيجة حصاد سمك صغير الوزن ، والحل في هذه الحالة هو نقل السمك الصغير بعد حصاد الأرز إلى أحواض رعاية .

ولقد بدأت هيئة تنمية الثروة السمكية من عام ١٩٨٣ بزراعة نحو ٥٠٠ فدان أرز بالسمك ثم ازدادت المساحة إلى ٤١١ ألف فدان عام ١٩٨٨ ، وذلك ضمن مشروعات الاستزراع السمكى غير النمطية فانتجت عام ١٩٨٨ نحو ٢٠ ألف طن أسماك مع زيادة محصول الأرز ذاته بنسبة ١٠ ٪ . ويغل الفدان ٤٠ - ١٠٠ كجم سمك في مصر . ويتم زراعة حقول الأرز بطريقتين حسب طريقة زراعة الأرز إما بالشتل أو البذار (مستديم) .

فالمشتل مساحته عادة ١٠ ٪ من مساحة الأرز الكلية ، ويقع المشتل على رأس الحوض ، ومدة زراعة المشتل حتى ٤٥ يوماً تقريباً بعدها يفرد في الأرض المستديمة بعد تجهيزها . وتنقل الزريعة إلى الأرض المستديمة بعد تفريد الشتلات بها وبعد إعداد زروق عرضه ٥٠ - ٧٠ سم وعمقه ٥٠ سم بطول الأرض على أحد جوانب الحوض مع وضع ناتج الحفر على ريشة واحدة (الخارجية للحوض) ، وبعد عدد ٢ سرند لكل زروق حسب أبعاد الزروق ويتكون من برواز خشبي ومغطى بغزل أو سلك سعة فتحاته ٥ ، سم أو ما ج ١٠٠ (١٠٠ ع/سم طولى) وتثبت هذه السرندات جيداً عند رأس وذييل الزروق المستخدم لرى الحوض . ويمكن تسميد الأرض بالأسمدة العضوية بمعدل ٢٠ كجم / فدان سماد بلدى أو ١٠ كجم / فدان زرق دواجن نثراً على سطح قاع الزروق . بعد أيام من نشر السمك ورفع منسوب الماء يكون الحقل جاهزاً لاستقبال الإصبعيات بعد أقلمتها على درجة حرارة الماء وتركيبه . وعند فطام الأرز لحصاده يتم صيد الأسماك بخفض منسوب المياه تدريجياً لإتاحة الفرصة لنزول الأسماك إلى الزروق ، يخفض ماء الزروق إلى ٢٥ سم ارتفاعاً ثم تصاد الأسماك بشبكة صغيرة لجرف الزروق .

وفي الزراعة بالبذار يجرى إعداد الحقل كما سبق لكن عند بذار الأرز يترك الزروق بدون بدار لتسهيل

صيد السمك وإيجاد مساحة كافية للسمك فيه، وبعد إتمام عملية البدار واستخدام مييدات الحشائش بعشرة أيام تقريباً تكون الأرض جاهزة لاستقبال الزريعة بعد أقلمتها.

ويراعى تطهير السرندات باستمرار ، والمحافظة على منسوب مناسب للمياه في حدود ٥ - ٧ سم ، وإذا تغير لون المياه بالزرق عن الأخضر السريسي إلى الأخضر الداكن أو الزيتوني فيجب تغيير المياه في الحال.

وينتج البلطي في حقول الأرز من ١٠٠ كجم إلى ٢٠٥ طن / هكتار ، ويخزن الحقل بزريعة (١-٣سم) البلطي بمعدل ١ - ٣٠ ألف/ هكتار فيتوقف الإنتاج على حجم السمك والتغذية والتسميد . وينبغي اختيار سلالة الأرز التي تتحمل الماء العميق . ويخشى من حفر الإنبيات لعادة السمك (كالرند الى) في أكل براعم الأرز الصغير ، وهذا يتم ملاقاته بتخزين السمك بعد ٣ أسابيع من تفريد الأرز حتى تصير الإنبيات أصليب وأثبت . وللوصول إلى حجم التسويق خلال ٣ - ٤ شهور يجب البدء بإصبعيات ٢٠ - ٥٠ جم. وهذا النظام أخذ في الانتشار في مصر ومدغشقر ومعظم دول إفريقيا وآسيا . والبلطي الأخضر يأكل أوراق نبات الأرز فيصير الساق عارياً ويميل فتاكله الأسماك كذلك ، لكن إذا بلغ النبات طول ١م بقمة ورقية كاملة النمو ٤٠ - ٥٠ سم فلاتهاجمه الأسماك ، وإذا وصل عمق الماء ٦٠سم لا يتوقع خطر من هذه الأسماك ، وتبدأ الأسماك في طول ٥ - ٦ سم في مهاجمة نبات الأرز.

وتزرع أسماك المبروك بمعدل ٤٠٠٠ زريعة / فدان لمدة ٦٥ - ٨٠ يوم فتنتج ٣٠ - ٢٤٠ كجم سمك حسب جودة الأرض وتسميدها وتقذية السمك صناعياً . ويغذى المبروك في حقول الأرز على أوراق كاسافا ورجيع وكسب بذرة قطن وشرانق نود حرير ومخلفات أنمية وغيرها.

الفصل الخامس الإنتاج المكثف

أسلوب لنقل وتطبيق التكنولوجيا (التقنية) الحديثة في إنتاج السمك، والذي يتطلب معدات وأدوات واستيعاب وتطبيق الأساليب الحديثة مع وجود السمك الصالح للتربية والعليقة المتزنة. ولما كانت الكائنات الحية المكونة للغذاء الطبيعي تعتمد لحد كبير في نموها على درجة حرارة المياه، فإن الإنتاج غير المكثف للأحياء المائية (الذي يعتمد على الغذاء الطبيعي) لا يوجد عملياً إلا في حالة أسماك المياه الدافئة. إذ أن الأحواض الباردة (أقل من ١٨° م) تكون كمية الغذاء الطبيعي بها أقل كثيراً من الاستخدام الاقتصادي. لذا لا تستخدم إلا في البلاد النامية كأفضل الوسائل لتحسين الحالة الغذائية.

بينما في الدول الصناعية لا يستخدم غالباً إلا الإنتاج المكثف، وغالباً ما يعاد استخدام مياه المزارع اعتماداً على أن الأجسام المائية تنقى نفسها بتحلل الفضلات العضوية بواسطة الكائنات الحية، وحديثاً تستخدم الوسائل الفنية في إعادة استخدام الماء وفي عمليات التنقية البيولوجية الطبيعية، وذلك لتقليل المساحات المستخدمة وإحكام مراقبتها وخفض كميات المياه المطلوبة لمزارع الأسماك. إذ أن في كثير من هذه الدول لا يوجد الماء الكافي للزراعة السمكية، مما أدى لاستحداث اصطلاح نسبة الماء Water quotient (WQ) في مزارع السمك وهو كمية الماء المستهلك بالمتر المكعب لإنتاج كيلو نمو في السمك. وهذه النسبة للمبروك تتراوح ما بين ٢٠ - ١٠٠ م^٣/كجم. وقد يعبر عن هذه النسبة بالاحتياجات من الطاقة لمعاملة المياه كيلوات ساعة اللازمة لإنتاج كيلو جرام نمو سمك (KW/h/Kg).

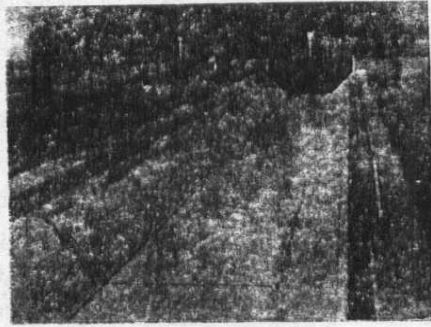
ونظراً لأن النباتات تزيد حموضة الماء، لذا في الإنتاج المكثف للسمك يتم في أحواض أسمنتية أو مغطاة بالبلاستيك فلا توجد مشاكل من النباتات. وتزداد كثافة تخزين السمك إلى ١٠٠ كجم/م^٣ في صوامع، أو ٣٠٠ كجم/م^٣ في أقفاص، بشرط تبديل الماء بمعدل ٥ - ١٠ مرات في الساعة.

وإذا انخفض تخزين السمك إلى معدل ١٠ كجم/م^٣ فيمكن تغيير الماء ٢ - ٣ مرات في اليوم في الأحواض التقليدية. حيث إن جزءاً كبيراً من تلوث السمك للحوض يتم التخلص منه بالتنقية الذاتية self purification. بينما في الأحواض الأسمنتية والبلاستيكية يتخلص من الإخراجات سريعاً عن طريق الماء الخارج في الصرف من الحوض.

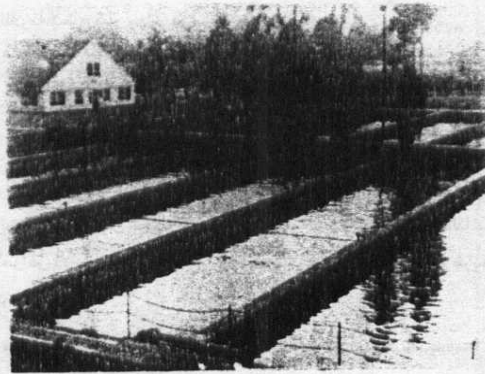
وعند استخدام الماء بكثافة، خاصة عند تهويته، فإنه قد يمكن إحوال تلوث شديد، مما يجعل المشروع مضطراً لاتخاذ نظام مناسب من المناخل وأحواض الترسيب للتنقية للمياه قبل صرفها.

ونظراً لارتفاع كفاءة تحويل الغذاء في الأسماك التي قد تصل لأقل من الوحدة خاصة في الأسماك آكلة اللحوم فهذا يساعد على حفظ المياه لحد كبير خالية من الفضلات. وهناك ارتباط بين الأوكسجين المستهلك والعلف المأكول، ففي التراوح يحتاج ٢٥٠ جم أوكسجين لتحويل كيلو جرام من الغذاء.

في كثير من مناطق العالم قد لا يكون لتربية الأسماك حظ أن تصبح مصدراً وقيماً للبروتين الحيواني الرخيص لسبب بسيط هو أن إنتاج الجملة يتطلب تكثيف الإنتاج أو مضاعفة تكثيفه لكن تكلفة ذلك تتوقف على عوامل منها الاستثمار ، وتكاليف التغذية ، وأسعار الطاقة ، وتحقيق وفورات كبيرة فالإنتاج المكثف يتطلب تغذية صناعية وزيادة الاستثمار في توفير مرافق البنية الأساسية ومرافق الوقاية من الأمراض والخبراء وغير ذلك مما يرفع كثيراً من تكاليف الإنتاج مما يجعل المنتج ليس في متناول الفئات المعوزة.

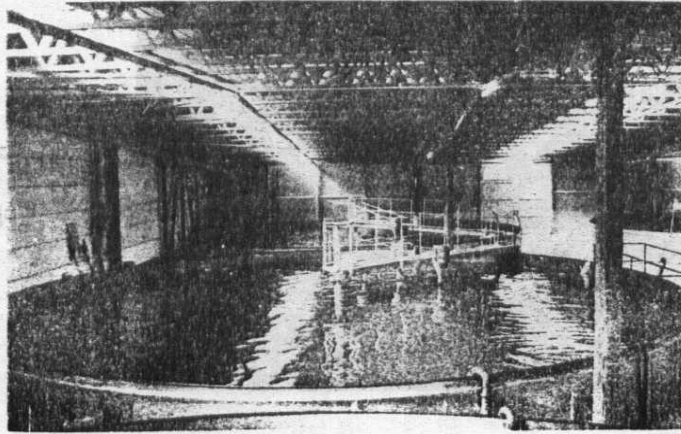
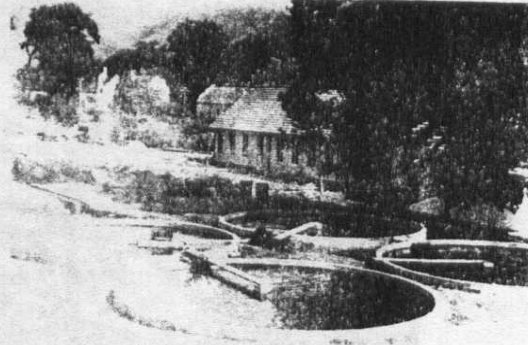


حوض تسمين خرساني



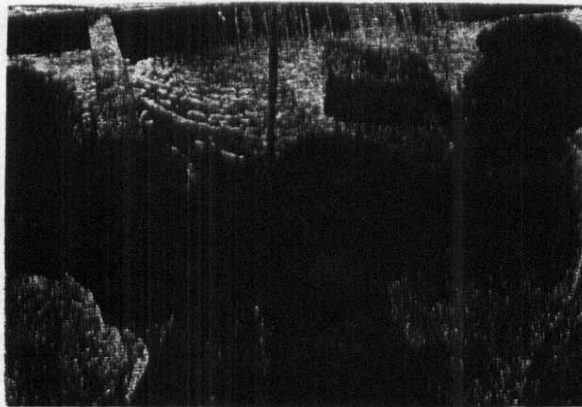
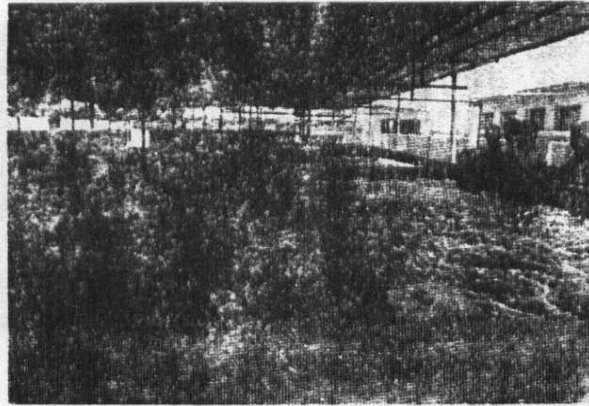
مجارى
(أحواض)
تسمين خرسانية
مستطيلة

أحواض
خرسانية
مستديرة
والتغذية
الصناعية



مزرعة سمك نظام الإنتاج المكثف والتغذية الأتوماتيك

مزرعة سمكية
للإنتاج المكثف



التغذية اليدوية
في مزرعة
إنتاج مكثف
لأسماك

الفصل السادس الصيد

يعد صيد السمك Fishing من أقدم الأعمال التي امتنها الإنسان المصري القديم في عصر ما قبل الأسرات، أي يرجع ذلك لأكثر من أربعة آلاف عام مضت، ولقد نقلت لنا البرديات والرسوم والنقوش التي مازالت على جدران المعابد والمقابر الأثرية مدى تقدم المصري القديم في عمليات الصيد، وصناعة أدواته بدقة منقطعة النظير، فقد صنع القوارب الخفيفة باستخدام نبات البردي والألياف النباتية المختلفة وسيقان الغاب وعمل حبال الصيد وقصباته وغزل شبابه بأنواعها المختلفة لكي تلائم صيد الأسماك المختلفة، كما ابتكر أنواع مختلفة من المصايد والجوابى والسدود والحراش والسنانير، بل لقد استزرع السمك في مزارع صناعية من قبل الميلاد بحوالى ألف عام. وليس أدل على أهمية الأسماك من أن بعض الأواني الخزفية والفخارية كانت تشكل على هيئة أسماك، كما أدخلت الأسماك في الكتابة بالهيروغليفية كمقاطع من الكلمات، وترمز الأسماك للرزق والخير في الأحلام.

ويرجع تاريخ علم المصايد Fisheries Science للنصف الثاني من القرن التاسع عشر حيث كانت حالة مصايد الأسماك، خاصة سمك موسى من بحر الشمال سيئة، من حيث إن عملية الصيد لا تعود بكم كبير ويحتاج الصيد لمجهود كبير كما انخفض متوسط وزن السمك وكلها علامات لما يسمى اليوم بالإفراط في الصيد Over fishing. وبداية دراسة الأسباب المؤدية لذلك والعمل على حلها بدأ في المملكة المتحدة وهذه هي بداية مولد علم المصايد الحديث.

وطبقاً لتقديرات منظمة الأغذية والزراعة فإن قطاع صغار الصيادين يسهم مساهمة قيمة في توفير الإمدادات الغذائية في العالم، إذ ينتج حوالى ٢٥٪ من الصيد العالمى أو ٣٥٪ من مجموع الأسماك المخصصة للاستهلاك الأدمى المباشر. وعلى الرغم من المساهمة الهامة لقطاع صغار الصيادين في تعزيز الأمن الغذائى العالمى، فإن الصيادين يعتبرون من أشد الفئات فقراً وحرماناً لتذبذب حجم إنتاجهم.

وقد يعتمد صيد السمك على القنص hunt والالتقاط باليد hand picking والجمع أو التجميع gathering وبالأقدام feet وبالتصفية bailing out والغرف. وتساعد الحيوانات في الصيد كالثيول والكلاب والطيور وكراب البحر والأخطبوط. كما يستخدم أحداث الذهول stupefying للصيد وذلك إما ميكانيكياً أو بالديناميت أو بالسهم أو بالكيماويات الصناعية أو بسحب الأوكسجين للاختناق أو بالكهرباء.

كما يتم الصيد بالرماح والأقواس والسهام والحراش والأشغال والأمشاط وبنادق الصدمات والصيد بالبنادق وبالسلاسل والتحويط أو الحجز واستخدام السم. وقد تكون آلات الصيد بالدفع أو كالزرجينة أو

الملقط أو الكباشة أو الجرافة أو بوبينة والصنارة والغزل. وقد يستخدم عنصر الجذب كإغراء بالضوء أو الكيماويات أو بالجنس أو بالطعم ، أو يستخدم الطل الطبيعي أو الصناعي ، أو بالصوت أو بالروائح وقد يستخدم الغريزة في الصيد ، أو الشرك بأنواعه.

ونشأت الشباك بأنواعها من جرافات dredge وعدة الجر seines وشبك التحويط surrounding nets وشباك الرفع lift nets والطراجات cast nets وشباك الخياشيد gill nets وشباك العرقلة entangling nets والإعاقه trammel nets.

فقد استبدلت أدوات صيد الحيوانات العالمية (والتي تصيد اسماك منفردة) بأدوات صيد سمك متخصصة (لصيد عشائر سمك كبيرة بطريقة اقتصادية)، وحلت الشباك محل الأدوات الخشبية ، وقلت العمالة اللازمة للصيد بمكنة عملية الصيد مما ساعد على الصيد من الماء العميقة بدلاً من المياه الضحلة، كما أمكن انتشار الصيد لمناطق بعيدة عن الشواطئ ، ودخلت الأدوات الإلكترونية للبحث عن السمك وصيده. وبإدخال آلية وذاتية البحث عن السمك وصيده وتصديعه يكون النجاح الأمل في المناطق الاقتصادية .

وهناك صيد بدون شباك كالصيد بالتيار الكهربائي أو الحذب بالصوت أو حتى بالرائحة (الشم) والسحب بالهواء suction pumping . ففي صيد السردين تجذب بالضوء الكهربى ثم تفقد وعيها بالتيار الكهربى ثم تسحب بالهواء في أنابيب إلى السفن.

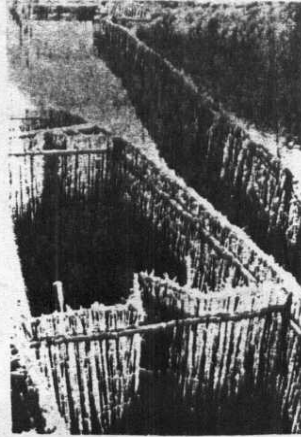
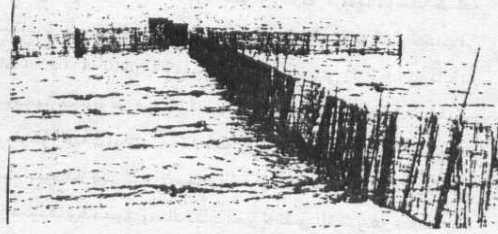
وإدخال الشباك مكن من الزيادة المعنوية في محصول السمك تكفى لإطعام العشائر المتزايدة . فالطراجات casting nets تستخدم في المناطق الضحلة الخالية من الفروع والأشجار المتساقطة لصيد القراميط وتستخدم شبك الطرح المستديرة round - haul seines (بارتفاع ١٠ م وطول ١٠٠ م) في المياه المفتوحة وخاصة في مصبات الأنهار وتستخدم الشبك الخيشومى gill nets عادة في البحيرات والماء الساكن .

ويعتمد الصيد أساساً على عناصر مختلفة كالمفاجأة (سهام ، حراب ، ملاقف) والإغراء (سنار مطعوم) والتخدير (ديناميت ، سموم ، كهرباء) والتحويط والتصفية والتعليك والتغطية والاحتواء بالشباك المختلفة . وصيد السمك يتوقف على الموسم لحد كبير بالنسبة لبعض الأنواع ، وعلى مدار العام لأنواع أخرى.

في إحدى القرى
المصرية القريبة من
نهر النيل منذ عام
٢٥٠٠ ق.م. يصيد
الفلاح السمك ويعدّه
للطعام بينما القائد
فخور بإجاده
الصيد بالرمح



شرك سياجى للصيد



حيز صيد مصنوع من
القاب

قد يتم صيد السمك جزئياً بجمع الأفراد التي تصل حجم التسويق من بين العشيرة المتباينة الأعمار وتسمى هذه الطريقة بالخف skimming وهي لا تستلزم تكرار صرف مياة الحوض إلا في النهاية لحصاد آخر جزء من العشيرة ، وهي تحافظ على خصوبة الحوض بالتالي وتغل كمية سمك تعادل ما يمكن الحصول عليه من تكرار تخزين السمك وحصاده، وهذه الطريقة تصلح للأنواع التي لا تتكاثر لكن تختلف في معدل نموها كالمبروك العادي والمبروك القضي.

وتصاد الأسماك بالسنارة أو الشبكة (طراحة) من الحواشيات. والحصاد من الأحواض يكون بتصفيتهما وهنا قد يفقد بعض السمك في الطين خاصة إذا كانت الأحواض عالية الترسيب. وقد يصاد السمك بصناديق صيد مثبتة على قناة الصرف. وقد يتم الصيد بالشباك التي لا يمكن صرفها وعادة تستخدم شبك الخياشيم gill nets أو شبك الجر drag net وإذا كان المراد استبقاء القليل فيمكن الصيد كهربياً electrofishing فيكون أكفاً مع أقل تلف وذلك باستخدام تيار كهربى منخفض التردد (٥٠ - ١٠٠ نبضة). وهناك صيد بالمتفجرات أو بالسوم النباتية.

يستخدم السم كوسيلة للصيد في عديد من بقاع العالم وخاصة في غرب إفريقيا كوسيلة شائعة عملياً، وتزرع لهذا الغرض أنواع نباتات تزيد عن الخمسين نوع في غرب إفريقيا تستخدم كسم للسمك في المساحات الصغيرة. فتزرع نباتات *Tephrosia vogelii* كشجيرات صغيرة على المزارع ، وتستخدم أوراقها وأغصانها بعد عصرها ، ويجهز مخلوط من هذا النبات وينثر على سطح الحوض عند انخفاض حجم الماء ومعدل تدفقه وعند ذلك يتركز السمك وتكون المياه دافئة . والمادة المؤثرة في النبات هي مادة تفرزها *tephrosin* التي تضر بالخياشيم فلا تستطيع الأسماك التنفس فتظهر الأسماك بسرعة على السطح في خلال دقائق قليلة فيتم صيدها وجمعها . وهناك نبات آخر له نفس التأثير هو *Mundulea sericea*.

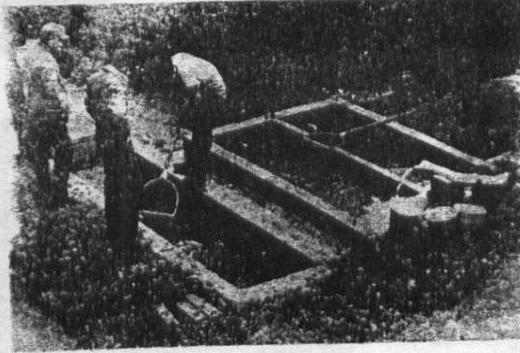
صيد السمك من الحوض :

يتم الصيد بتجفيف الحوض أى تفريره أو بدون تجفيفه . ولتجنب الفقد في الصيد والتدريج والتداول يجب إتباع الاحتياطات التالية :

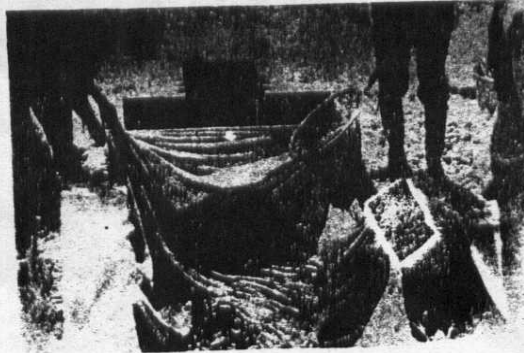
- ١ - منع التغذية قبل تفرير الحوض بمدة ٢ - ٣ أيام.
- ٢ - يتم الحصاد والجو بارد خاصة في الصباح فيما عدا إذا كان الجو مغيماً أو مطراً ، ولا يتم الحصاد والجو رعد.
- ٣ - ضرورة تدريج السمك مع تجنب إطالة النقل.
- ٤ - لا يكوم السمك في شبك و أواني نقل خاصة السمك الصغير .

ويتم الحصاد في الخريف والربيع أو عند حاجة الأسواق وغالباً لا تفرغ الأحواض في موسم الحر. ويجب تجنب الصقيع لخطورته على السمك والإضرار بجلده . وعند صرف الحوض فيكون ذلك بانتظام وببطء حتى تتبج الأسماك الماء ولا تتخلف على النباتات وتدفن في الطين وتفقّد . لذلك يستمر صرف الأحواض الكبيرة عدة أيام أو عدة أسابيع ، ويتم جمع السمك في أثناء صرف الحوض بعناية فائقة لضمان سلامة حالته سواء من أمام المصرف أو من الحوض ذاته . وإذا لم تنقل الأسماك مباشرة بل ستبقى لحين بيعها أو إعادة تخزينها لذلك تنقل إلى تانكات تخزين على جانب أو بقرب مكان صيدها . وتغذى هذه التانكات بماء نظيف ولسهولة إزالة السمك من هذه التانكات يجب تجهيزها مسبقاً بشباك تعليق . فتتظف الأسماك نفسها في هذه التانكات وتتخلص من الطين الذي يغطيها ويوجد في خياشيمها . ويتم الصيد بدون تجفيف الحوض باستخدام الشباك المختلفة (شباك جرف scoop nets ، جوبية trap nets ، طراجات cast nets ، جبر seine وغيرها) .

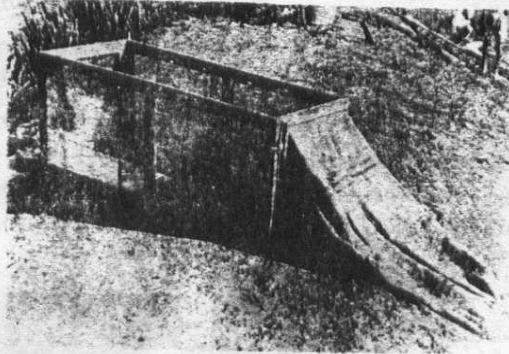
صيد السمك خلف
الهويس في حوض
صغير على اليسار،
وعلى اليمين
حوضين تخزين
لحفظ السمك عند
تفريغ الأحواض



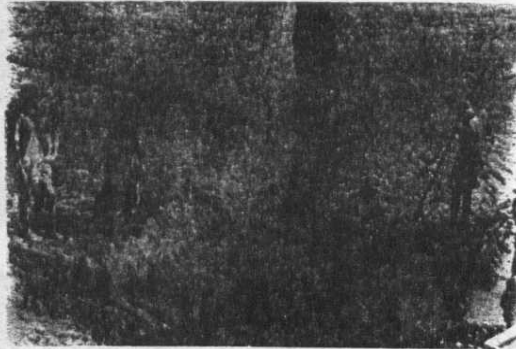
حصاد السمك
بشبكة خلف
الهويس



صندوق صيد
لحصاد السمك
خلف الهويس
للأحواض الصغيرة



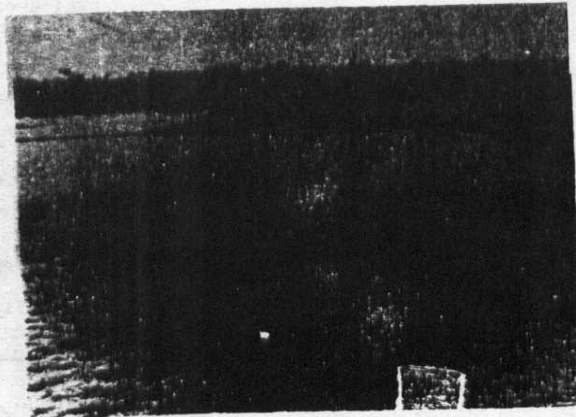
صيد السمك أمام
فتحة الصرف في
حيز ي أرضية
أسمنت مستواه
أعلى قليلاً من
ماسورة الصرف



طريقة بدائية
لصرف الحوض
وحصاد السمك في
ماء بطني



صيد جزئي في
حوض بمناورة
بشبكة طراحة



ولقد صُنِّفَت أنواع شباك الصيد الرئيسية كالتالى :

- ١ - شباك تحويط (بحيل للزَّم Surrounding Nets with Purse lines أو بدون حبل للزَّم)
- ٢ - عدة الجَر Seine Nets للشاطيء أو باستخدام قارب .
- ٣ - شباك جرافة Trawl Nets كجرافات القاع وجرافات الماء المتوسط .
- ٤ - شباك منكاشة (كراكة) Dredges يدوية أو بالقارب .
- ٥ - شباك رافعة Lift Nets يدوية أو بالقارب أو بالسفن .
- ٦ - شباك ساقطة Falling gear
- ٧ - شباك خياشيم Gillnets وشباك عرقلة Entangling ذات هلب أو جرف أو تطويق أو ثابتة أو عرقلة .
- ٨ - شباك مصيدة (جوبى) Traps (شباك ثابتة مدقوقة، مصفأة ، مطوية ، هوائية ، حاجزة ، سياجية ، حقيبية) .
- ٩ - صنارات وحبال Hooks & Lines (يدوية ، بقوائم خشبية ، ويقوارب آلية ، مجموعة حبال طويلة ، حبال طويلة) .
- ١٠ - كُلابات Grappling
- ١١ - أدوات الحصاد Harvesting Gear (مضخات ، جرافات ميكانيكية) .

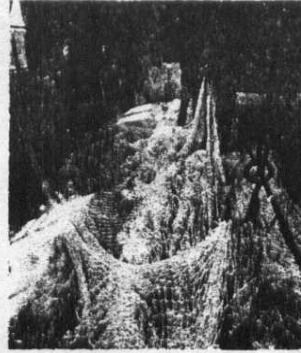
وتكنولوجيا الصيد فى نظام يرتبط بدراسة وتطوير وتطبيق العلوم الطبيعية والتكنولوجيا لجمال الصيد وعملياته على أمتل وجه، فهى بحث تطبيقى وتطوير يخدم أغراضا عملية ومقياس النجاح أو الفشل هو درجة المكسب والمنفعة .

وتشمل تكنولوجيا الصيد :

- ١ - وسائل مباشرة للصيد (آلات ومواد ، موقع الصيد من حجمه وخلافه ، طرق الصيد)
- ٢ - وسائل غير مباشرة للصيد (اكتشاف السمك ، موقع قطع السمك ، دراسة سلوك السمك)
- ٣ - تعريف وتطوير مصايد جديدة .
- ٤ - تداخلات مع نظم أخرى (تكنولوجيا نسيج ، هيدروديناميكا، هندسة ميكانيكية ، هندسة معمارية بحرية ، هندسة كهربية والإلكترونية ، بيولوجيا أسماك، تصوير بحرى، سمع بحرى، علم الثقلبات الجوية ، تكنولوجيا السمك ، تسويق ، اقتصاديات مصايد ، مواضيع اجتماعية) .

ه - الأهداف والمسؤوليات (زيادة الإنتاج بالتحسين الفنى والتطوير للمصايد والصيادين ، استغلال علم المصايد ، وظائف إرشادية، تدريب وعروض) .

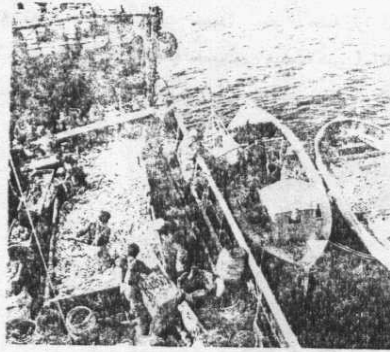
وهناك تداخلات كثيرة فيما بين الصيد والأنظمة العلمية والفنية الأخرى . وتشمل تكنولوجيا الصيد أدوات الصيد ومواده ، موقع الصيد وحجمه ، طرق الصيد وعملياته ، سلوك السمك ، اكتشاف السمك وموقعه ، تعريف وتطوير المصايد الجديدة . بينما الأنظمة المرتبطة به فتشمل تكنولوجيا النسيج ، ديناميكا بحرية ، هندسة ميكانيكا وهندسة بناء بحرى، هندسة كهربائية والإلكترونية ، بيولوجيا مصايد ، رسم بحرى ، أصوات بحرية ، أرصاد جوية ، تكنولوجيا سمك ، تسويق ، اقتصاديات مصايد .



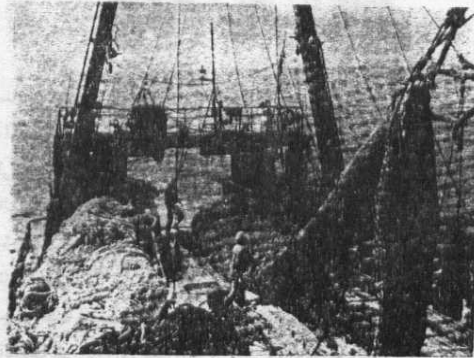
البحار المأمل يجب
أن يستطيع عقد
الشبكة وإصلاحها
فقد تعلم ذلك

ويستخدم مقياس المسافات بصدى الصوت Echounder في المساعدة على الصيد الأفضل، فهو جهاز لا يصيد السمك لكنه يساعد فى الصيد أكثر بأنواع الشباك المختلفة والصنار ، وتقوم نظريته على تحويل موجة كهربائية إلى صوتية وتركيزها واستقبال صدها وتكبيرها وتسجيلها . وبعض هذه الأجهزة يبين على ورق صور الأسماك تسبح فى الماء أسفل قارب الصيد، كما يبين قاع البحر حيث الصخور والأنقاض التى يمكنها تمزيق الشباك ، ويطلق على هذا النوع مقياس المسافات بالصدى التسجيلى Recording echosounder وهو الأكثر استخداماً فى الصيد . وأجهزة أخرى تبين بُعد السمك وعمق القاع وهى أرخص من التسجيلى لكنها ليست بكفاءة التسجيلى ويطلق عليها أجهزة قياس المسافات غير التسجيلية فهو لا يبين صور السمك على الورق ولا شكل القاع . والنوع الثالث والأحدث من هذه الأجهزة هو الذى يعرض بالوان colour display echosounder وهو من النوع غير التسجيلى وإن كان يظهر صور ملونة على شاشة كالتى يظهرها الجهاز التسجيلى على الورق، ويمتاز الجهاز الحديث بذاكرة لتخزين هذه الصور حيث يمكن استدعاؤها على شاشة وقت الحاجة إليها ، إلا أنه غالى الثمن . وهذه الأجهزة تمكن من اختيار المكان الأجود والأسهل للصيد ، علاوة على توفير الوقت والوقود عنه فى حالة الصيد فى مناطق

يندر فيها السمك ، كما تساعد على اكتشاف أماكن صيد جديدة ، وتساعد في العثور على الشبكات المفقودة وعلى تجنب الأحجار وغيرها مما يمزق الشباك .



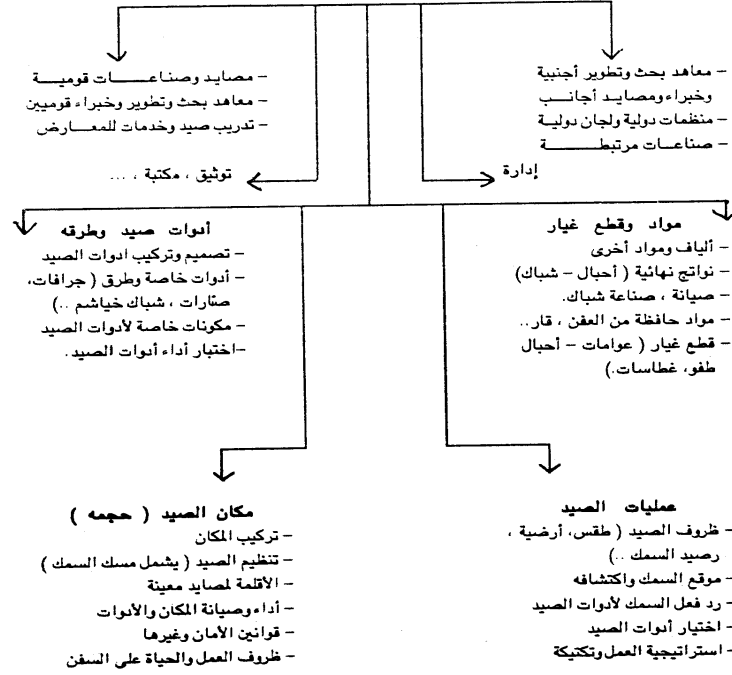
نقل السمك من
مراكب الصيد



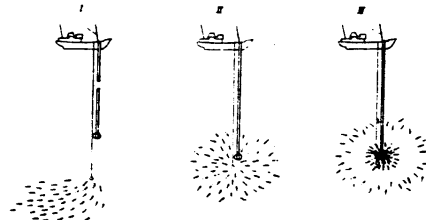
مراكب وشباك
الصيد العملاقة

ولإقامة وحدة تكنولوجيا صيد منظمة هناك تصور لهذه الوحدة والإمكانات والدلالات المرتبطة بها
كالتالي :

وحدة تكنولوجيا صيد قومية



رسم يبين الصيد على
أساس الضوء الكهربى
(للسردين) والكهرباء
والشفط فيجذب السمك
بالضوء ويفقد وعيه
بالكهرباء ثم يشفط من
الماء.



تختلف المادة المصنوع منها الشبك طبقاً للظروف المحلية والاحتياجات وغيرها ، وعليه فتجد أنواعاً متباينة من الشباك فى مصايد العالم. وتختلف الشباك من حيث مادة صنعها وشكلها ومقاساتها وعقدتها وحبل الطقوحيل السحب والعوامات والفتاسات ويستخدم فى شباك الصيد ألياف صناعية مختلفة منها:

الاياف الصناعية	رمزها
بولى أميد	PA
بولى إستر	PES
بولى إيثيلين	PE
بولى بروبيلين	PP
بولى فينيل كلوريد	PVC
بولى فينيلدين كلوريد	PVD
بولى فينيل كحول	PVA

وتميز عن بعضها بوضعها فى الماء فإذا طفت تكون مصنوعة من (PE) أو (PP) أما الأنواع الصناعية الأخرى فتفوق فى الماء ، ويتمريضها للهب يعطى كل منها تفاعلات مختلفة عن بعضها سواء فى أنصهارها أو أنكماشها أو رائحتها أو دخانها.

وهناك معادلات رياضية لحساب أبعاد الشبكة وكمية (وزن) الأجسام الطافية وأجسام الغطس للشبكة تتم مراعاتها عند صناعة الشبك..

وتحتاج الشباك إلى الخيوط والحبال والفلين والرصاص . ولخيوط الغزل صفات هي : الكثافة أى الوزن بالجرام / سم³ وهى ذات أهمية لتحديد سرعة غوص الغزل ، قوة التماسك أى القوة مقدرة بالجرام لقطع خيط طوله دينيير (٩٠٠م)، قوة الشد لخيوط ميلل أى قوة الشد للمادة المستعملة فى الصيد وهى مبللة وتبين بنسبتها إلى قوة الشد للمادة وهى جافة ، الطول الذى يتم عنده القطع وهو طول الخيط الذى يتم عنده القطع مقاساً بالدينير بقوة تعادل قوة القطع ، المرونة أى اكتساب المادة لطاقة تحول دون قطعها تحت تأثير مفاجئ.

والخيوط الصناعية مقاومة للتلوث والكائنات الدقيقة لكنها تتأثر بالشمس لمدة طويلة فتتقل قوتها.

ويتم التنمير بطرق مختلفة وكلها تدل على طول الخيط ذو وزن معين أو وزن الخيط ذو طول معين أو بالقطر.

أما الحبال فهى إما نباتية (كتان ، مانيل) أو صناعية (لدائن) أو معدنية (أسلاك صلب) . والمواد الطافية تصنع من الفل أو الخشب أو اسفنج مطاط أو البلاستيك أو عوامات زجاجية أو عوامات صلب أو ألومنيوم الفطاسات عادة من الرصاص أو الحجارة أو الخرسانة.

معاملة الشباك (الغزل) وحفظها :

الشبك من الألياف الطبيعية يتلف على مر الزمن وإذا ما احتك ببعضه أو طوى على مسافة قصيرة أو بما يزيد على قوة احتماله أو بتمرضه للحرارة العالية لذا لا تعرض الشباك وهى جافة لحرارة الشمس . وتؤدى البكتريا وشوائب البحر إلى إنتاج مواد كيميائية تهاك شعيرات الغزل لذا يجب غسل الغزل جيداً وتخليصه من مخاط الأسماك وكل ما علق به ثم يعامل الغزل بمواد حافظة على فترات منتظمة (الصبيغ بمستخلص قلف شجر السنط وشجر المانجروف، تثبيت بكتريئات النحاس ، تثبيت بالكروم، تثبيت بالقار). وتغسل الشباك المصنوعة من النايلون فى ماء عذب فقط ولا تجفف فى أشعة الشمس المباشرة.

ومن السنار ما يجذب أسراباً كاملة من السمك باستخدام إضاءة كيميائية تطلق شعاعاً لامعاً قوياً أخضر اللون يفرق حتى أكثر المياه ظلمة فتتجذب الأسماك إليه وتتنافس على الطعام.

طرق الصيد المستعملة فى البحر الأحمر :

١ - الحرية .

٢ - السنارة والخيوط.

٣ - الشرك السنارى :

٤ - الجر بالخيوط

ه - الشباك وأنواعها :

أ - شباك خيشومية ذات الثلاث طبقات (غزل الحريد)

ب - شباك خيشومية عادية (غزل البريوني والقاصة) .

ج - شباك غاطس .

د - شباك غاب .

هـ - شباك كركية .

و - شباك قروش .

ز - جرافة ساحلية .

ح - شانشولا

ط - شباك جر

ي - طراحة

الحرية : سيخ حديدي يوجه لطنع الأسماك منفردة وتطور الآن إلى بندقية ذات حرية .

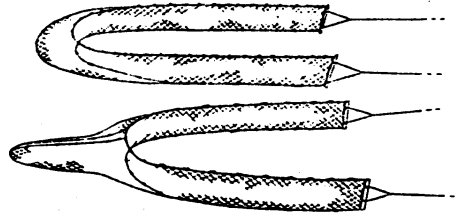
السنارة : أمكن صنعها من معادن مختلفة ، وتغير شكلها وتغير نوع الخيط باستخدام الخيوط الصناعية بدلاً من القطنية ويوجد أكثر من ٣٠ حجماً مختلفاً للسنارة . وتطعم السنارة بالطعم المختلف طبقاً لأنواع الأسماك المصيدة .

الشرك السناري : أكثر من سنارة في خيط افقى تصل إلى عدد ٥٠٠ سنارة على مسافة ٢٥٠٠ متراً ويمكن ربط أكثر من خيط ليصل طوله إلى أكثر من ٢٠ كيلومتراً . ويطلق الخيط على عوامات ويساعد على غوص الشرك بالأنقال . وقد تربط السنانير في سلك من الصلب أو جنزير عند صيد القروش .

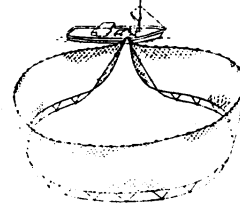
الجر بالقيط : خيط طويل وراء مركب وينتهي الخيط بسناره أو عدد من السنانير المطعومة ويمكن الجر بأكثر من خيط في آن واحد .

الشباك: تطورت كثيراً باستخدام الخيوط الصناعية بدلاً من القطن والكتان وتختلف الشباك باختلاف المناطق وأنواع الأسماك المصيدة .

ومن طرق الصيد في البحر المتوسط استخدام الجرافات والطراحات (الشاطئية والكيسية أو طراحة الخبيجة) والشباك العائمة وشباك العرقلة . ومن الموانئ الرئيسية لوصول السمك على البحر المتوسط العريش ويورسعيد وعزبة البرج وبلطيم ورشيد والمدينة وأبو قير واسكندرية ومرسى مطروح .



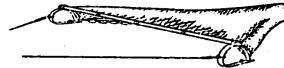
جرافات شاطئية Beach seine



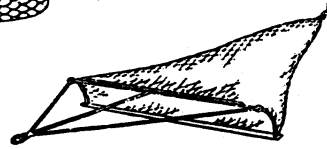
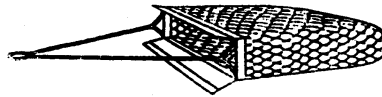
شبكة تحويط بحيل خيخية
(طراحة خيخية أو طراحة كيسية)
Purse seine



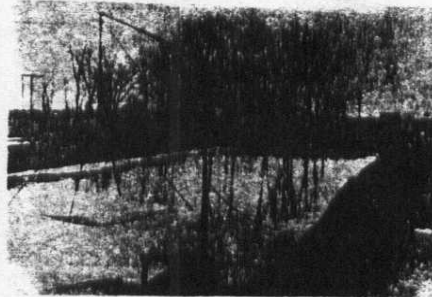
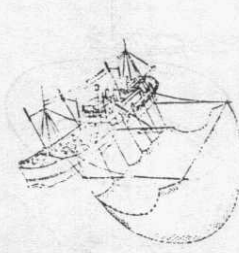
Trawls



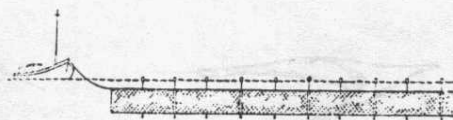
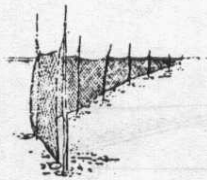
شباك



منكاهي Dredges

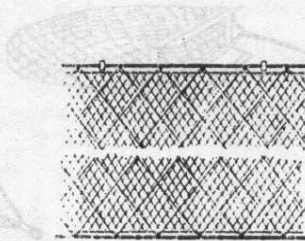
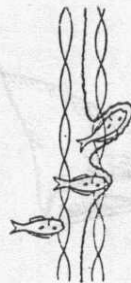


شبكة رفع Lift net



شباك خياشيم ثابتة على عصي

شباك خياشيم عائمة
Drifting gillnets



شباك كميلة (عرقلة) Trammel nets



شبكة فخ (جويية) Trap

ويعمل في الصيد من البحر المتوسط حوالي ١٥٥٢ مركباً ما بين ١٠ - ٤٠٠ حصان بجانب ٨٦٦ مركباً شراعياً. وأهم حرف الصيد المستخدمة في البحر المتوسط هي الصيد بالجر وبالشانثولا والجرافة الساحلية وذلك لصيد أم الخلول والسريدين والسيوف والجمبرى والدنيس وسمك موسى والبربون.

ويعمل في الصيد في الحياة الداخلية المصرية (عام ١٩٨٨) حوالي ٣٣٩٥٦ وحدة صيد، منها ١٢٤٨ وحدة درجة أولى (١٢ فرداً) ، ١٦٩٠ وحدة درجة ثانية (٦ أفراد) ، ٣٢٥٣٩ وحدة درجة ثالثة (٣ أفراد) . وجملة الصيادين ١٨١٤٦٨ ، منهم ١٧٨٢٩١ صيادي مراكب و ٣١٧٧ برارة (مترجلين على الشاطئ) .

ويستخدم في الصيد وحدات (اللآوات) حسب طريقة الصيد :

الوحدة	طريقة الصيد
فرقة	اللبة - الخداوى - البلة - النشة
نورة	الدور
جنب	اللفة (الطوانس) - اللوات - الطارة - شبك الحبل
طراحة	الطراحة
جويية	الجوابى
سنار	سنار بطعم - سنار بدون طعم

وفي بحيرة المنزلة تعتبر طريقة الصيد الخداوى هي أطول سرحة بين طرق الصيد المختلفة إذ يبلغ طول السرحة ٥٧,٥٥ ساعة ، بينما السنار بدون طعم (لطف) طول سرحتها ٣٦,٩ ساعة ، يليها الدور (تحاويط) ٢٨,٤٤ ساعة ، ثم السنار بطعم ٢٥,١١ ساعة ، ثم البلة ١٧,٨١ ساعة ، ثم غزل النشة

١٧، ١٥ ساعة ، ثم غزل الدابة ١٥، ١٤ ساعة ، ثم غزل اللفة (طوانس) وشباك الحبل ١٢ ساعة ، وأقلها القدماء (تكبيش) ٩ ساعات، والجوابى ٣٦، ١٠ ساعة ، وغزل اللوات ١١، ٠٧ ساعة ، فالطارة ١١، ٧٧ . ويبلغ متوسط عدد العمال في السرحة ما بين ٩٤، ١ (جوابى) و ٨، ٧ (شباك الحبل) .

ويعبر عن عدد العيون أو الفتحات في الذراع الواحد (٥٠ سم طولى) من الغزل بالمحاجة . وفى بحيرة قارون يعمل حوالى مركب لكل ٥، ١٠٠ فدان من البحيرة ، وكثافة الصيادين بالبحيرة حوالى صياد لكل ٢، ١ فدان . بينما فى بحيرة ادكو أهم حرف الصيد الغزل (٨٠ ٪ من مجموع حرف الصيد) يليها الجوابى (١٦ ٪) والسنار (٤ ٪) . وفى بحيرة البرفويل يعمل ٩١٧ مركبا (عام ١٩٨٨) بثلاث حرف أساسية فى حرفة الدبة (٨٢ ٪ من مجموع مراكب الصيد) والبوص (١٦ ٪ من مراكب الصيد) والذهبان . وتستخدم الدبة لصيد الدنيس وموسى والقاروص ، البوص فى صيد العائلة البورية (وكذلك الذهبان للعائلة البورية) . كما تعمل حوالى ٣٠ مركبا ، باستخدام الشانثولا .

وأدوات الصيد التجارية فى بحيرة ناصر تشمل :

١ - شباك خياشيم عائمة floating gill - nets (سكروية)

٢ - شباك كعبله trammel nets (دك)

٣ - شباك خياشيم غاطسة sunken gillnets (كويوك)

٤ - جرأ فات شاطئية beach seines (جورأفا)

٥ - خيوطاً طويلة long lines (سينار) .

وأكثرها استخداما شباك الخياشيم والكعبله (بأسمائها المحلية سكروية ودك) .

فتصاد أسماك السرايا والكلب أساساً بشباك الخياشيم العائمة المصممة لأسماك المياه السطحية ، ويختلف حجم فتحات هذه الشباك (٣ - ٦ سم) وأطولها (٢٠ - ٥٠ م) وعمقها (٥ - ٢ م) . وقد تشبك هذه شباك قصيرة (كل منها ٦ م مثلاً) لتكون شبكة أطول (حتى ١٠٠ م خاصة فى موسم الفيضان) . وهذا الصيد كل ليلة ، وتملح الأسماك المصادة بعد إزالة أحشائها .

بينما تستخدم شباك الكعبله (دك) لصيد البيلطى والساموس والبياض والحوث ، وتسوق كسماك طازجة . وتختلف الشباك فى أبعادها ١٠ - ٢٠ م طولاً ، ٢، ١ - ٥، ١ م عمقاً ، وفتحاتها الخارجية ٣٠ - ٤٠ سم وفتحاتها الداخلية ٨ - ١٠ سم ويستمر الصيد بعد الإظلام وحتى قبل الفجر . وتناسب الماء الضحل ١ - ٢، ٥ م ، وهى أفضل وسيلة لصيد السمك الطازج . وتستخدم لصيد ما يزيد عن ٥٠ ٪ من محصول البحيرة .

وشباك الخياشيم الغاطسة (كويوك) تستخدم فى الأخوار وفى الماء المفتوح (المجرى الرئيسى) ، وترفع كل ليلة أو ليلة بعد ليلة ، ويغير موقع الصيد كل أسبوعين مرة ، وطولها قد يكون ٤ م وتوصل حتى ٢٠

شبكة معا ، وينبغي أن يكون عمقها ١٠ م ، ولتحاتها ١٠ - ٢٠ سم . وتناسب صيد أسماك الساموس والبلطي النيلى واللبيس والبياض والبني والقرموط ، والتي تعد مصدراً للأسماك الطازجة.

وشباك الجور أفا أو الجرأشبات الشاطئية تستخدم فى الصيد بالنهار ، وتصيد البلطي أساساً. السيتر يستخدم فى الجزء الجنوبي أكثر من استخدامه فى الشمال ، ويستخدم للماء العميق فى صيد الساموس والبياض فى الصيف ، ويستخدم فيها طعم Bait من زريعة وإصبعيات البلطي النيلى واللبيس.

وإصلاح شباك الدك مرتفعة السعر ، لمرقلتها بالصخور فى أثناء استعمالها فى الماء الضحل shallow water ، وعمر هذه الشبكة ١ - ٢ سنة ، بينما عمر شبكة الفياشيم ٢ - ٣ سنوات.

ويستخدم فى الصيد قوارب ٦ - ١٢ م مصنوعة من :

١ - الخشب wood .

٢ - صلب steel .

٣ - مسلح ferro - cement .

٤ - فيبر جلاس Fibre - glass .

وأحد ثها استخداما فى البحيرة هى قوارب المسلح التى يعمل لها هيكل شبكى مجلفن Hull of galvanized mesh يتم تدعيمه أوكسوته بالأسمنت . ويركب بالقارب موتور تتوقف قوته على طول القارب وهدفه ، ويستخدم مع القارب المسلح طول ١٦ م (فى الخارج) موتور قوة ٦٥ - ٨٠ حصان . وتقوم قوارب شحن بنقل السمك إلى ميناء السد العالى ، قوة موتور القوارب هذه ٢٠ - ٢٤٠ حصاناً ، وقدرتها ٢ - ٥٠ طناً . وتعتبر زوارق الصيد المستخدمة فى بحيرة السد العالى هى زوارق التجديف الخشبية (٥ - ٦ أمتار طولاً) ويقوم بتسييرها ٢ - ٤ أشخاص وهناك نحو ألفى زورق بالبحيرة تستعمل شباك ضيقة الثقوب للبلطي وشباك خيشومية عائمة لكلب البحر . ويزيد استخدام الزوارق ذات المحركات فى شمال البحيرة . ويتم تجميع محصول السمك الطازج ونقله إلى الميناء الغربى فى أسوان بواسطة أسطول من ٦٩ زورق نقل خشبي ، مزودا بمحركات سعة كل زورق ٢ - ٦٥ طناً إضافة إلى مركبين حمولة كل منها ٢٠٠ طن.

ولقد أشار القرآن الكريم فى العديد من آياته (حوالى ٢٨ آية فى حوالى ٢٠ سورة) للفق وصنعها وأهميتها ووظيفتها ومنها مثلاً « واصنع الفك بأعيننا » - هود : ٣٧ ، (وصنع الفك) - هود : ٣٨ ، « ريكم الذى يزجى لكم الفك فى البحر لتبتفوا من فضله » - الاسراء : ٦٦ ، « وعليها على الفك تحملون » - المؤمنون : ٢٢ ، « وعلى الفك تحملون » - غافر : ٨٠ - وتسييرها بأمر الله سبحانه وتعالى : « والفك تجرى فى البحر بأمره » - الحج : ٦٥ ، « وتجرى الفك بأمره » - الروم : ٤٦ « ألم تر أن الفك تجرى فى البحر بنعمة الله » - لقمان : ٣١ . كما أشار القرآن الكريم كذلك إلى الصيد وتحليله : « أحل لكم صيد البحر » المائدة : ٩٦ .

ومن الأهمية بمكان معرفة الظروف الجوية ورصدها والتنبؤ بها باستمرار لأهميتها في عمليات الصيد خاصة في البحار ، وفيما يلي بعض المعلومات في هذا الشأن :

المنخفضات الجوية :

تعنى المناطق التي يكون الضغط الجوي فيها أقل من المناطق المحيطة بها . وانخفاض الضغط هو السبب الرئيسى في هبوب الرياح ، وينتج عنه التقاء تيارات الهواء البارد الكثيف والهواء الدافئ الخفيف وتفاعلها . وعادة ما يصل قطر المنخفض الجوي إلى بضع مئات من الأميال . ويتفاوت العمق المطلق لهذه المنخفضات ومعدل انحدارها تفاوتاً كبيراً . وتتحدد قوة الرياح وفقاً للعمق المنخفض وحجمه . وتسجل الملاحظات البارومترية بالمليبار وهو الوحدة التي يستخدمها علماء الأرصاد وتساوى واحداً على الألف من متوسط الضغط الجوي عند مستوى البحر الذي يبلغ ١٤.٥ رطل/ بوصة مربعة أو ١٠٠٠ مليبار (٧٥ سم زئبق) .

الجيبة الدافئة :

هى الحد المتقدم للقطاع الدافئ من المنخفض .

الجيبة الباردة : هى بداية القطاع البارد من المنخفض عند مؤخرة القطاع الدافئ وترافقها عادة الرياح الشديدة وبقعات المطر والعواصف الرعدية .

خطوط تساوى الضغط الجوى :

وهى الخطوط التي تصل بين النقاط المتساوية من حيث الضغط البارومتري في خرائط الطقس .

قوة الريح :

تقاس سرعة الريح بالمقددة وتساوى ١ ميل بحرى / ساعة أو نصف متر / ثانية تقريباً . وكلما ازدادت قوة الرياح زادت سرعتها واضطرب البحر وارتفعت أمواجه وزاد زبده وازدادت وتعمد الرؤية . وتسوء حالة البحر ويصبح هائجاً كلما ارتفعت أمواجه .

رموز الأحوال الجوية : اصطلاح وصف حالة الجو برموز لاتينية كالتالى :

الرمز اللاتينى	تفسيره
b	سماء زرقاء (تغطى السحب ربعها تقريباً)
bc	غائمة جزئياً (تغطى السحب ما بين ٢٥ - ٧٥ السماء)
c	غائمة (تغطى السحب ٧٥ السماء على الأقل)
d	رذاذ
e	هواء مشبع بالرطوبة بدون مطر

ضباب	f
رياح عاصفة قوتها ٨ - ٩ عقده وتستمر ١٠ ق على الأقل	g
برد	h
برق	I
شجيرة	m
سماء مليده بالغيوم (تفشاها كلها السحب)	o
دقائق مطر عابرة	p
زوايع	q
زوايع شديدة	Q
مطر	r
مطر متجمد	r-s
ثلج	S
رعد	t
عاصفة رعدية	tl
سماء مكفهرة	u
رؤية فائقة (الأشياء البعيدة تبدو جلية على غير العادة)	v
رهج (غيوم)	z

وحالة الجو تؤثر على حالة الرؤية فكلما ازدادت الشجيرة والضباب كلما قلت الرؤية ففي الضباب الكثيف تكون مدى الرؤية أقل من ٥٠ م وفي ظروف الشجيرة أو الغيوم ، قد تصل نحو ١,٥ كم وفي حالة الرؤية الواضحة قد تصل الى أكثر من ١٠,٨ كم.

الفصل السابع جودة السمك

يصعب تعريف جودة السمك لأنها تعنى أشياء متباينة بتباين الناس ، فالجودة يجب الحكم عليها من وجهة نظر المستهلك .

تخزين السمك :

عقب الصيد يتم تخزين السمك لحين وصوله لهدفه الأخير ، ويجرى التخزين قبل أو بعد الفرز والتدريج. للتخزين الجيد ينبغي أن يظل السمك في حالة جيدة ، وأن تتحسن جودته لحمه مع أقل فقد في الوزن وأن تكون الحرارة باردة والماء نظيفاً ولا يزيد حتى تنخفض حركة السمك وميتابوليزمه ، مع حماية السمك من أعدائه الطبيعية ويتم تخزين كميات بسيطة من السمك في شباك صغيرة أو صناديق عائمة أو أحواض زجاج ، بينما الكميات الكبيرة يفضل تخزينها في تانكات تخزين أو أحواض تخزين .

نقل السمك :

نقل السمك الحى هام لمزارع السمك وقد ينقل جاف (داخل المزرعة) للأنواع التى تتحمل أو مع ماء فى أوانى مختلفة بوسائل النقل المختلفة وإذا لم يكن النقل بعناية يموت السمك لذلك يجب توفير الأوكسجين فى أوانى النقل مع ضمان حرارة منخفضة لضمان تهوية أفضل وتجديد الماء وحركته بسيطاً . وتزداد احتياجات السمك للأوكسجين بزيادة حجمه الفردى أو وزنه الكلى . والسمك المفقذ صناعياً أقل مقاومة عن السمك المفقذ طبيعياً ، والسمك فى وقت وضع البيض لا يتحمل النقل جيداً ، وكلما زادت درجة الحرارة تزداد احتياجات الأوكسجين للتنفس لذلك يقلل كثافة السمك بارتفاع الحرارة أو بإطالة مسافة النقل ، وينبغي عزل الأوانى حرارياً . ولزيادة كثافة السمك المنقول يخفض ميتابوليزمه ، بإعطاء المهدئات tranquilizers فينخفض استهلاكها الأوكسجينى فيستخدم MS 222 بتركيز ١ / ١٠٠٠٠ حتى تفقد الأسماك اتزانها وتنزل للقاع فتغسل فى ماء نظيف قبل نقلها لأوانى النقل أو أن يوضع المهدئ فى ماء النقل مثلاً MS 222 بتركيز ١ / ١٠٠٠٠٠ . ويتم النقل ليلاً أو فى الصباح الباكر تجنباً للحرارة . وتتلف التغذية تجنباً لروث السمك . وتزداد كمية الماء المطلوبة للسمك بزيادة حرارة الجو ومدة النقل إذا لم تعد الأوانى بالأوكسجين .

كمية الماء باللتر اللازم لنقل ١ كجم سمك (ووزن فردى ٢٥٠ - ٥٠٠ جم) فى أوانى دون الإمداد بالأوكسجين:

درجة الحرارة في الجو °م	زمن النقل بالساعة									
	٢٠	١٨	١٦	١٤	١٢	١٠	٨	٦	٤	٢
صفر	٧,٦	٧,٠	٦,٥	٦,٠	٥,٥	٥,٠	٤,٥	٤,١	٣,٧	٣,٣
٥	٨,٦	٨,٠	٧,٤	٦,٨	٦,٢	٥,٦	٥,٠	٤,٤	٣,٩	٣,٦
١٠	١٠,٠	٩,٣	٨,٥	٧,٨	٧,١	٦,٤	٥,٦	٥,٠	٤,٣	٣,٩
١٥	١٢,٢	١١,٢	١٠,٢	٩,٣	٨,٤	٧,٥	٦,٦	٥,٨	٥,٠	٤,٢

مميزات السمك الطازج :

يتميز السمك الطازج بسطح براق موج لامع مغطى بطبقة لزجة رقيقة ، شفافة ، متجانسة ناعمة ، والعيون لامعة وإنسان العين اسود معدنى ، والقرنية شفافة ، والخياشيم ذات لون بين الأحمر والأحمر البنى ولا يوجد عليها أى مادة لزجة ، والسمك لا يحتفظ بانطباعا ناتجة عن ضغط الأصابع وعندما يحدث التيبس الرسمى يصبح صلبا متماسكا .

ويقدم السمك يتغير لون لحمه بواسطة الدم كما يتغير لون السلسلة الفقرية إلى الأحمر ، ويفقد سطحه ألوانه البراقة ، ويغطى بطبقة أسماك من المادة اللزجة العكرة ثم تتلون بالأصفر أو البنى وبالتدريج يقل بروز العين وتنكمش وتفتش إنسانها سخابة وتصيب القرنية معتمة ، ويتغير لون الخياشيم إلى اللون الوردى الخفيف ثم إلى الأصفر الرمادى ، وتغطى بطبقة سمكية من المادة اللزجة ، ويصبح اللحم معتما ، ويشبه اللبن ، ويصبح قوام السمك المطبوخ لزجا .

الأسماك القديمة تطفو فى حوض الماء لامتلاء جوفها أو كيسها الهوائى بالفازات وإذا أمسكت السمكة باليد فى وضع أفقى فإن الذيل لا ينثنى إلى أسفل إذا كان السمك طازجا ، والسمك القديم منه غامق لونه بنى كبريه الرائحة .

وإضافة إلى الطرق الحسية المختلفة السابقة واختبار الطفو فى الماء ، فهناك طرق تحليلية كيميائية وميكروبيولوجية للتدليل على مدى طزاجة السمك ، والطرق الأخيرة مكلفة ومستهلكة للوقت وتشمل تقدير تركيز المواد المتطايرة المختزلة الكلية والقواعد المتطايرة واختبار الانزول وتقدير الامونيا واختبار الاسيتومين واختبار حامض البكريك ورقم التيروسين واختبار ترنخ دهن أنسجة السمك واختبار الأحماض الامينية الحرة والنيتروجين المتطاير الكلى والتوصيل الكهربى و PH وعد البكتريا .

ويتأثر فساد السمك بعدة عوامل منها :

١ - نوع السمك : فالسمك المفلطح أسرع تلفا من السمك المستدير لسرعة حدوث التيبس الرسمى فى السمك المفلطح عن المستدير ، إلا إذا امتازت الأسماك المفلطحة بانخفاض رقم الـ PH

للحمها . كما أن الأسماك الدهنية أسرع فسادا لأكسدة دهونها الغير مشبعة .

٢ - حالة السمك عند اصطياده : السمك المجهد كثير المقاومة قد يفقد الجليكوجين ومع التداول الزائد يكون أسرع تلفا من الأسماك الأقل إجهادا . كما أن الأسماك ذات الأمعاء الخالية أقل قابلية للفساد من الممتلئة أمعاؤها بالطعام .

٣ - نوع ومدى تلوث السمك بالبكتيريا : تتلوث الأسماك بالبكتيريا من الماء وعمال وأدوات الصيد وكذلك من داخل أمعائها . فكلما زادت أعداد البكتيريا على السمك زادت سرعة فساده خاصة في وجود جروح على الجلد أو بتلوث اللحوم عند إزالة الأمعاء .

٤ - درجة الحرارة : التبريد هي الطريقة الأكثر شيوعا لمنع أو تأخير النمو البكتيري حيث يتأخر الفساد نتيجة لذلك . خاصة عند إضافة المواد الحافظة للشح (مثل النتريت أو البنزوات أو المضادات الحيوية وغيرها) .

ويصاحب فساد السمك ارتفاع محتواه من القواعد الأزوتية الطيارة (أحادي - ثنائي - وثلاثي ميثيل الأمين) ويتحلل أكسيد ثلاثي ميثيل الأمين معطيا ثنائي ميثيل أمين مع الفورمالدهيد (الذي يعمل على تآكل جدار معليات السمك) . كما أن أكسيد ثلاثي ميثيل أمين مع البيتاينات Betains يكسب المنتجات النكهة السمكية Fishy flavor سهولة تأكسد ثلاثي ميثيل أمين وتداخله جزئيا في تفاعلات ينتقل فيها النتروجين ويرتبط مغشويا مع ناتج تأكسد جزئيء الدهن فتتكون مركبات ذائبة في الدهن لتعطى الطعم السمكي . ويصاحب فساد الأسماك أيضا نزح مجموعة كربوكسيل من الهستيدين الحر (الذي يكثر في العضلات الداكنة وفي الأمعاء الكبيرة) بفعل البكتيريا ، فيتحول إلى هستامين ، وهو مركب سام للإنسان ومسئول عن الطعم اللاذع للسمك الفاسد . وعند فساد السمك تتكسر بعض الأحماض الأمينية منتجة مركبات ذات رائحة غير مقبولة . ويحدث الفساد بعد مرور مرحلة التيبس الرمي ، وهي تتراوح ما بين ٢٠ - ١٢٠ ساعة للسمك المبرد وهي قصيرة عما هو عليه في الثدييات . ويجب العناية بتداول السمك قبل وفي أثناء فترة التيبس . والتيبس الرمي عبارة عن تصلب الأنسجة لانكماش هيكل العضلات المنبسطة نتيجة التفجيرات البيوكيميائية التي تحدث في العضلات بعد موت السمك وتوقف الأكسدة الخلوية وتزيد حموضة العضلات فتعمل على شد الألياف العضلية وتصلب الأنسجة ويزيد محتواها من مركب ثلاثي فوسفات الأدينوزين ATP ، وبانتهاء فترة التيبس يحدث عملية دنتره Denaturation للبروتينات ، وتبدأ مرحلة فساد السمك منتجة نواتج التحطيم للبروتينات من أمونيا وثاني كبريتور الأيدروجين والأنول مع حمض الخليك . فيعد التيبس الرمي يحدث التحلل الذاتي والتحلل البكتيري . وتنتج الأمينات السامة من الأحماض الأمينية في إنشاء تلف السمك كالتالي :

هستيدين —————> هستامين histamine
تيروزين —————> تيرامين tyramine

تريبتوفان	←	تريبتامين	tryptamine
سيسنتيين	←	تاورين	taurine
ليسين	←	كادافرين	cadavrine
أرجنين	←	أجماتين	agmatine
أورنيثين	←	بوترسين	putrescine
فينيل الاتين	←	فينيل إيثيل أمين	phenyl - ethyl - amine

وتؤدي هذه الامينات إلى تأثيرات فسيولوجية ضارة بالإنسان ، إذ تؤثر على الدورة الدموية مؤدية إلى زيادة النبض . ولا يدل مركب واحد بالتأكيد على حالة طزاجة السمك ، لذا يقدر دليل الامينات المخلقة كدليل أفضل في تدرج السمك من حيث جودته . وهضم الدهون بكتريا ينتج عنه تحليل الجليسيريدات الثلاثية والاكسدة ينتج عنها بيروكسيدات والدهيدات وكيتونات وأحماض دهنية أقل في طول السلسلة الكربونية . ورائحة تلف السمك ترجع أساسا لتراكم الكحولات العطرية الطيارة (كالكريزول cresol والفينول phenol) والقواعد الطيارة ومركبات الكبريت ، والمركبات الحلقية الأخرى (كالاندول indole وسكاتول skatole) . ومركبات أحادي الأمين الحلقية وثنائية الأمين وقاعدة الأوكسي أمونيوم (نيورين neurin) والفينول والكريزول والاندول والاسكاتول كلها سُموم تؤدي للتسمم الغذائي . ويتلف السمك يزيد محتواه من العدد البكتيري .

وهناك علاقة خطية بين الكثافة الضوئية لمستخلص الخياشيم ومدة تخزين السمك بالتبريد ، وأيضا يرتبط معامل انكسار الضوء في سوائل العين مع القيم الحسية لاختبارات جودة السمك .

أما نقل السمك حديث الموت فصعب لسهولة إصابته بالبكتريا ، لذا ينقل على حرارة صفر - 4 مئوي بالثج المجروش ، وإذا طالت فترة النقل فيبرد السمك أولا لمنع إسالة الثلج بسرعة .



وسيلة نقل سمك سيلة تعرضه للتلف

وسائل حفظ السمك :

ويحفظ السمك بعدة وسائل كالتبريد ، والتجميد ، والتعليق ، والتجفيف ، والتدخين ، والتجفيد ، والاشعاع ، والتعليق

١ - التبريد والتجميد :

بأن يبرد السمك على صفر / $^{\circ}\text{C}$ ٧ والأفضل - $^{\circ}\text{C}$ ٢ إلى $^{\circ}\text{C}$ ٢ بينما يجمد على - $^{\circ}\text{C}$ ١٠ إلى - $^{\circ}\text{C}$ ١٠٠ ، والأفضل - $^{\circ}\text{C}$ ٢٠ من وجهة النظر الاقتصادية . ويتم التبريد بالتلجج المجروش (بنسبة ١ : ١ - ٢ تلجج : سمك) الذي قد يضاف إليه بعض المواد الحافظة كنيترت الصوديوم (١ ، ٠ ٪ في التلجج) أو المضادات الحيوية (٥ جزء في المليون) ، وقد يتم التبريد في حاويات بها مراكمات للبرودة شديدة الأداء ، يتم شحمها قبل ملئها بالسمك فتحفظه حتى ١٥ يوما .

وأفضل طريقة للتبريد السريع لكميات الكبيرة من الأسماك الصغيرة هي غمس السمك في ماء البحر المتلجج والذي يتكون من مخلوط التلجج وماء البحر فتعمل فقاعات الهواء وبخورة الماء على النقل السريع للحرارة ، كذلك ماء البحر المبرد (بوحدة تبريد) في تانكات يوضع فيها السمك لتبريده ، ولزيادة كفاءة التبريد يستخدم النظامين معا (تتلجج مع تبريد مستمر) . وقد وجد أن التبريد في ثلاثيات على $^{\circ}\text{C}$ ٤٠ أفضل من الحفظ بالتلجج المجروش من حيث محتوى السمك من العد البكتيري ومن النيتروجين الكلي المتطاير ومن ثلاثي ميثايل أمين ، وكان الوقت اللازم لتلف السمك بالحفظ في الثلاثية ٨ - ١١ يوما وفي التلجج المجروش ٤ - ٦ أيام حسب حالة السمك المبدئية قبل التخزين .

مدة حفظ السمك فى الثلاجة والفریزر

مدة الحفظ باليوم	على ٢° إلى ٦° م
١	سمك طازج
٢	سمك مجهز
٢	سمك مدخن
١	معلبات سمك (مفتوحة)
مدة الحفظ بالشهر	على - ١٨° م
٢ - ٥	سمك (نحيل)
١ - ٢	سمك (غنى بالدهن)
٢ - ٥	سمك (فيلية)

والتجميد السريع خلال نصف ساعة أفضل ، ويتم تجميد السمك شرائح عرضية أو طولية أو السمك الصغير كامل .

٢ - الإشعاع الذرى Radiation بجرعات للتطعيم وإطالة فترة التخزين (جرعات بسترية)
وهى طريقة مساعدة فى الجرعات البسيطة (جرعات البسترية) إذ يلزم معها توفير ظروف تخزين بالتبريد . أما حالة التعقيم فتستخدم معها جرعات كبيرة نسبيا مما تؤدى إلى إحداث تغيرات كيميائية كالتأين (الذى يؤثر على الكائنات الحية ومكونات الخلايا) وتكوين أصول حرة (ذات نشاط كيميائى عالى) وتكوين نرات أو جزيئات نشطة كيميائيا . وجرعات البسترية تتراوح ما بين ١ - ٥ × ٢٠ × ١٠ راد ، وهى تزيد الفترة التخزينية نحو خمسة أضعاف الفترة التخزينية لنفس الأغذية فى ثلاجات بدون إشعاع . أما الجرعة التعقيم (٢ × ٦١٠ راد) فتوقف عمليات الأكسدة وتقضى على الميكروبات وتمكن من حفظ الأسماك على درجة حرارة الغرفة لمدة طويلة إلا أنها قد تؤدى إلى رائحة ثانى كبريتود الهيدروجين أو رائحة غير مرغوب فيها ويتحول اللون الأبيض بدرجة كبيرة إلى بنى ويتحول القوام إلى قوام كاوتشوكى ويتأكسد دهن الأسماك الدهنية بسرعة مما يؤثر فى رائحة الأسماك المعاملة بالإشعاع أى أن الإشعاع لفرغى التعقيم فى الأسماك محفوف بكثير من المشاكل .

٣ - التجفيد Freeze drying أى تحويل الماء فى خلايا الأنسجة إلى صورة بلورات بالتجميد ، ثم نزع هذا الماء المتجمد بالتسامى برفع درجة الحرارة تحت تفريغ ، أى أنها عملية تجفيف (تحت تفريغ) للسمك المجمد . وتخزن الأسماك المجففة (بصير قوامها أكثر خشونة) لمدة ٦ شهور على درجة ٢٧° م دون حدوث أى أضرار إذا عُبئت تحت تفريغ أو فى وسط من غاز خامل . إلا

أنه قد يتغير لون الأسماك المجففة بالتخزين لحدوث ظاهرة التلون بفعل تفاعل ميلارد Maillard reaction بين السكريات المختزلة أو أى مركب دهيدى أو كيتونى وبين المركبات الأمينية . ويجرى التجفيد على الأسماك التنظيفة . مزالة الأحشاء المغسولة جيدا والمنزوعة الجلد الخارجى ، إلا أنه قد تجفد الأسماك على حالتها أو تجزأ إلى شرائح .

٤ - **تطليب الأسماك** فى علب مقفولة محكمة ، مع إضافة بعض المواد الحافظة كالأحماض العضوية وذلك على الأسماك التنظيفة المطبوخة أوليا ، وخالية الرأس والذيل والخياشيم والجلد .

٥ - **تدخين السمك** ، ويتوقف خواصه على نوع الخشب المستخدم ودرجة التجفيف ، وتؤدى لتغيرات طيحية وكيميائية وتعرض الأسماك أولا للتمليح ثم التجفيف فالتدخين فالمعاملة الحرارية .

٦ - **تجفيف السمك** ، شمسى أو صناعى ، سواء باستخدام الملح أو بدونه ، سواء للسمك كاملا أو بعد إزالة الخياشيم وتجويف السمك ، وقد يشطر نصفين لتنظيفه وينقع فى محلول ملحي ٠.٢ ٪ ويجفف مباشرة أو بعد تسخينه أو تدخينه . وتجفيف السمك طريقة حيوية للدول النامية والفقيرة لبساطتها ، وقد عرفت طريقة حفظ السمك بالتجفيف منذ العهد البرونزى ، وفى مصر الفرعونية جفف السمك المملح شمسيا قبل الميلاد بقرون . والتجفيف يخفض المحتوى المائى فيوقف فعل البكتريا المطفة للسمك كما يوقف نمو الفطريات ، ويزيد الملح من تأثير فعل التجفيف الحافظ ، وبالتالي فإضافة الملح مع التجفيف الجزئى يبلغ تأثيرهما معا نفس تأثير التجفيف الشديد . ويفضل التجفيف تحت تفريغ تفاديا للأكسدة غير المرغوبة لدهن السمك والتلف البكتيرى والإنزيمى . ويتم التجفيف المادى على درجة حرارة ٢٥ - ٣٠ °م ورطوبة نسبية ٤٥ - ٥٥ ٪ . والتجفيف الصناعى فى مجففات أنفاق على ٣٠ - ٤٠ °م سواء بالماء الساخن أو البخار أو الكهرباء أو الأشعة تحت الحمراء . والسمك الجاف (بعد تملیحه) شمسيا يمكن حفظه بحالة جيدة لمدة ٣ شهور على ٢٠ - ٣٥ °م ولدة ٦ شهور تحت ظروف معتدلة .

٧ - **التمليح** ، وهو من أقدم وسائل الحفظ ، وفعل الملح الحافظ يرجع لإخراجه الماء من الأسماك . ويؤدى وجود محلول ٤ ٪ ملح فى أنسجة السمك إلى تثخير التحلل الذاتى والبكتيرى . وملح كلوريد الصوديوم النقى أسرع نفاذية لأنسجة السمك من الملح ذى الشوائب من أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والكبريتات التى تقلل معدل نفاذ كلوريد الصوديوم إلى داخل السمك . هذا وتقل الأمينات بالتمليح (بينما تزيد بالحرارة فى أثناء التصنيع) .

ويتم التملح بأحد الطرق :

أ - **تمليح بالمحلول المالح** فى براميل مع تطليب الأسماك لمحج جفاف أى جزء .

ب - **تمليح جاف** سواء للسمك الكامل أو بعد نزع الرأس والأحشاء والفسيل ، ونسبة الملح تتراوح ما بين ١٠ - ٣٥ ٪ من وزن السمك حسب نوع السمك وحالة الطقس ويوضع الملح بين طبقات السمك .

والسمك أسرع تعرضاً للتلف عن اللحم ، فمعدل تلفه سريع جدا ، خاصة على درجات حرارة الجو في الدول الحارة ، لذا يفضل تبريده عقب صيده ، وإن كان الحصول على الثلج قد لا يكون متيسرا ، سواء كلية أو جزئيا ، ففي هذه الظروف يفضل تجفيفه بسرعة في الشمس والهواء ، ويساعد في ذلك التملح والتدخين كطرق حفظ متوارثة في كثير من الدول . وأساس عملية التجفيف والتمليح هو خفض نشاط الماء حتى تقف عمليات تلف السمك ، سواء بإزالة الماء أو بإضافة الملح لجعل الماء غير متاح للكائنات الدقيقة . وتفتح الأسماك لتجفيفها وفلطحتها (وقد تشفى من العظم) ثم تجفف شمسيا ، أو بدلا من التجفيف الشمسي تجفف ببطء وتدخن على نار خشب ، وإذا أضيف الملح قبل التجفيف فإن الماء المطلوب إزالته من السمك يكون أقل . وقد يجري التملح والتجفيف معا أو كطريقتين منفصلتين للحفظ .

وفي جنوب شرق آسيا يعتبر السمك المخمر في صورة معجون أو عصير ذو أهمية أكثر من التملح والتجفيف كطرق حفظ والتي تعتبر (أي التملح والتجفيف والشى والتدخين) أكثر شيوعا في إفريقيا لحفظ السمك . وينشأ التخمر من فعل الإنزيمات المحللة والكائنات الحية الدقيقة ، ويتحكم في فعل البكتريا بواسطة وجود تركيزات عالية من الملح (إعطاء الطعم والقوام المرغوبين .

ويشبه عصير السمك في طعمه طعم عصير الصويا وتنتج تايلاند (nam - pla) والفلبين (Patis) وفي فيتنام (nuoc - mam) وماليزيا (budu) . وتنتج عجينة السمك في تايلاند (Kapi) وأندونيسيا (trassi) ولاوس (Padec) والفلبين (bagoong) .

وعادة لا تحتوي منتجات السمك المخمرة الشعبية أي خطورة على الصحة لو أعدت بحرص وعناية . لكن هناك نوعين من البكتريا تسبب التسمم الغذائي وهما ذات أهمية عظيمة لما تنتجانه من سموم ، وإذا يتطلبان وقتا لنموهما وإنتاجهما للتركيبات ، وهما بكتريا Clostridium botulinum (ويثبطها إضافة الملح بنسبة ١٠ - ١٢ ٪ ودرجة حموضة أقل من ٤.٥) وبكتريا Staphylococcus aureus (ويثبطها وجود الملح بنسبة ١٥ - ٢٠ ٪ ودرجة حموضة أقل من ٤.٥ - ٥.٠) .

ويحضر عصير السمك Fish sauce بخلط السمك الصغير (بدون تجفيف) مع ملح بنسبة ٦ سمك : ٤ - ٥ ملح ، ويوضع المخلوط في زلع Pots ويحكم غلقها وتدفن في الأرض لعدة شهور ، تستخرج الزلع وتفتح ، ويسحب الرائق ويستخدم كعصير . وقد يضاف إليه كراميل العسل النحل أو عصائر فواكه أو ذرة مخمصة أو أرز مخمس . وقد يعق هذا الرائق في برطمانات في الشمس قبل الاستخدام . وهذا العصير عبارة عن بروتين السمك المتحلل إلى أحماض أمينية بفعل إنزيمات التحلل في أنسجة السمك وفي الميكروفلورا وفي بعض الإضافات من الفواكه . ويتحكم في هذه العملية تركيز الملح العالي وانخفاض رقم الحموضة . وتستخدم أسماك المياه العذبة والشروب والمالحة في هذا المنتج ومن بينها السردين والأنشوجة والماكريل والمبروك والرنجة والجوبي . وقد ينتج عصير السمك من عمل معجون السمك أو عصيدة السمك Fish paste كما في الفلبين وأندونيسيا ، فيعد خلط السمك والملح وتخمره في أوان وترشيحه ، فالراشح هو العصير والراسب هو العصيدة .



أما عصيدة السمك فتشكل نصف إنتاج الأغذية البحرية المصنعة في اليابان ، تسوق كسجق سمك Fish sausages ولحوم وفي أشكال تقليدية (Kamaboko and chikuwa) ، وهذه المنتجات مملحة لكنها غير متخمرة ، وعادة تعالج حراريا قبل استهلاكها . وتمد عصيدة السمك غير المتخمرة بإزالة عظام السمك الطازج ونقعه عدة مرات في مياه متغيرة لنظافته ولتشجيع تكوين جيل ، يهرس ويعتق ١٢ ساعة لعمل شبكة مطاطة من بروتينات السمك . وفي أثناء الهرس يضاف الملح والتوابل ثم تقلى أو تحمص أو تعالج بالبخار وتضاف في حساء خضروات ويضاف إليها عصير الصويا واللفل . وعصيدة السمك أهم من عصيره ، وإما تنتج العصيدة من السمك المملح أو من السمك المالح والمخمّر في وجود الدقيق أو الردة أو الأرز أو فول الصويا المطبوخة أو المغلية أو المحمصة والمحتوية على خمائر وأعفان . وقد تصنع هذه العصيدة من مخلوط السمك والجمبرى ويبيض السمك ويبيض الجمبرى ، وقد يضاف إليها أحد منتجيّ تخمير الأرز كما في الفلبين ويطلق عليه Bagoong .

الفصل الثامن التحاليل المعملية

يمكن إجراء كثير من التحاليل المطلوبة للماء في الموقع (الحقل) باستخدام قرص الشفافية لقياس العكارة ومدى وفرة البلانكتون ، الترمومتر لقياس درجة الحرارة ، أجهزة PH محمولة تعمل بالبطارية لقياس PH الماء وتوصيله الكهربى ، وفراكتوميتر لقياس الملوحة والكثوية لقياس الأوكسجين وغيرها . والآن توجد حقائب تمكن من التقدير النصف كى لكثير من الأيونات المختلفة فى الماء بجانب الغازات الذائبة والتوصيل الكهربى و PH . وللتقديرات الدقيقة يتطلب تحليل المياه فى المعامل .

أخذ العينات :

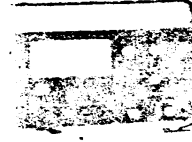
لإجراء التقديرات المعملية يتطلب الأمر جمع عينات ماء من الأجسام المائية فى زجاجات جمع عينات ذات سدادات من الزجاج يمكن فتحها تحت سطح الماء ، وتجمع العينات من الأعماق وليس من الماء السطحى . وقد يتطلب الأمر ترشيح العينة ، وكذلك قد تحتاج إلى الحفظ لحين إجراء التحاليل المختلفة ، فتحفظ بالتجميد على $-15^{\circ}C$ ، أو باستخدام الثلج الجاف (ثانى لوكسيد كربون صلب) ، أو تحفظ بإضافة حمض الكبريتيك المركز (٢ عيارى) بمعدل ٥ مل / لتر أو الكلورفورم (٥ مل / لتر) أو حمض النيتريك المركز (٥ مل / لتر) وذلك حسب التقديرات المطلوب إجراؤها .

إن الحصول على عينة ممثلة representative sample من الماء من الأمور غير السهلة ، وذلك راجع لتغيرات المستمرة فى تدفق الماء ومحتواه من العوالق الصلبة وفى درجة الحرارة وظروف الإضاءة والرواسب والطين . وعليه فتكرار أخذ العينة ومكانها والمعاملة المبدئية للعينة كلها أمور تتوقف على ما سيحصل فى العينة والمشكلة محل الدراسة .

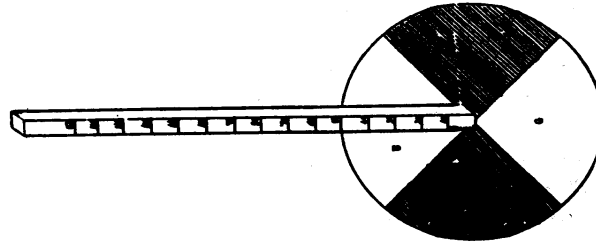
ولدراسة الكائنات الحية السابحة فى الماء تستخدم شبك خاصة لجمعها وتركيزها ، وكذلك لجمع عينة تربة من القاع لدراسة الكائنات القاعية تستخدم شبك خاصة (جرافة ، ملب ، خطاف) كما تستخدم شبك بلانكتون قاع .



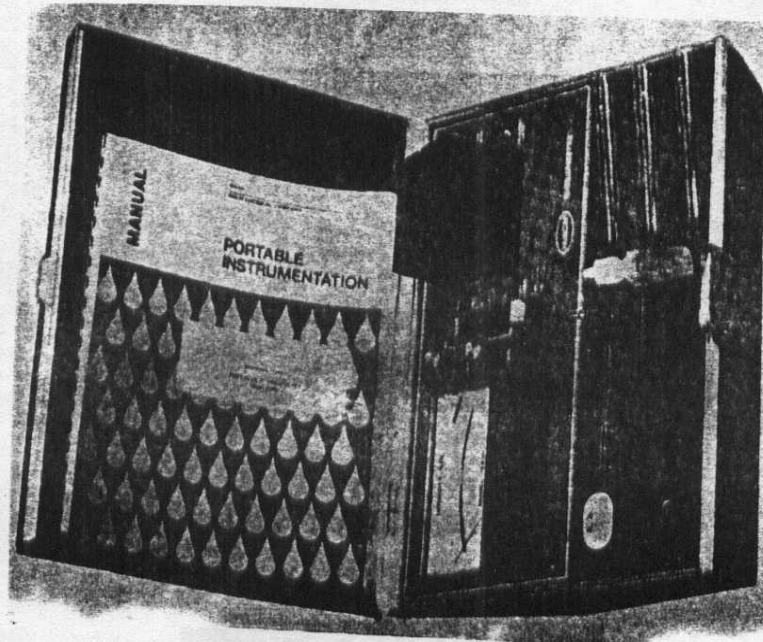
مقياس انكسار المحلول



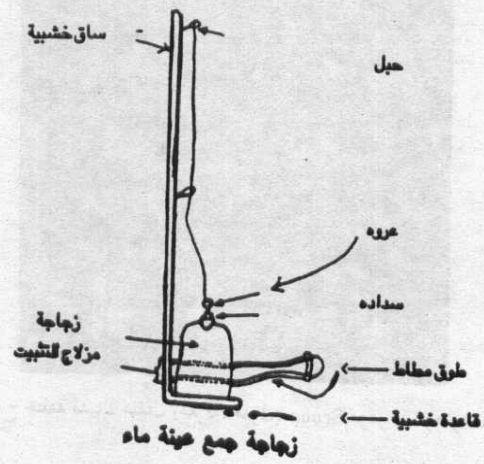
جهاز تقدير أوكسجين ذائب

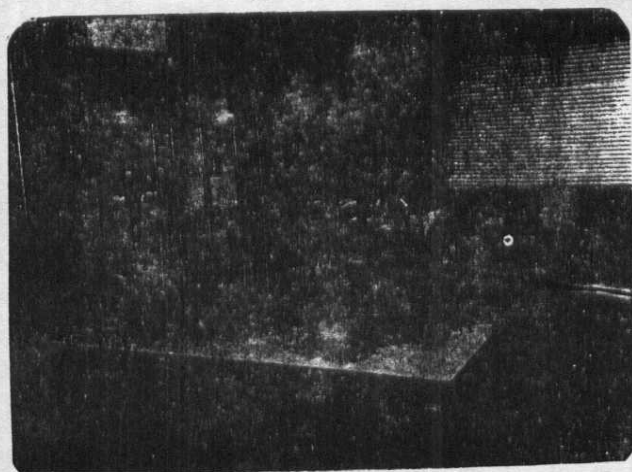


قرص (مقياس) الشفافية

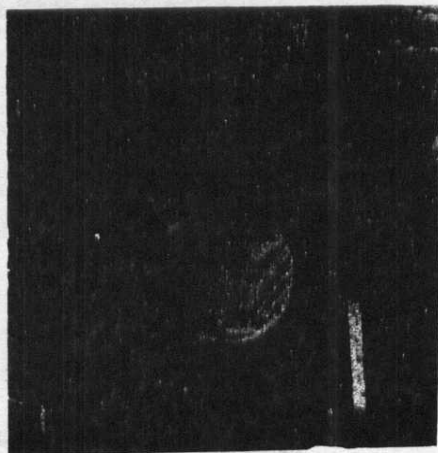


حقيبة تحليل المياه الحقلية





تجهيزات أحد معامل مركز بحوث الأسماك بهيئة تنمية بحيرة السد العالي



نماذج مختلفة لشباك ملقف (مغرفة، ملوق) Scoop مزدوجة الإطارات

وتقاس **المكارة** بالعمق الذي تتلاشى عنده رؤية الأجسام (كما فى استخدام قرص الشفافية) وقد يعبر عنها بالمليجرامات من الطين العالقة فى لتر ماء (جزء / مليون) فى العمل .

ويجرى تقدير **PH الماء** باستخدام جهاز **PH** أى بالالكترود ، سواء أكان الجهاز يعمل بالكهرباء أو بالبطارية ، أو بمقارنة لون العينة المعاملة بالدلائل محددة **PH** ، أو باستخدام ورق دليل على لقياس **PH** السوائل .

ولقياس **التوصيل الكهربى** الدال على التركيز الكلى للأيونات فيستخدم عادة نفس جهاز **PH** إن كان مزودا بمقياس للتوصيل الكهربى . وتتوقف درجة التوصيل الكهربى كذلك على درجة الحرارة ، لذا ينبغي ضبط الجهاز لدرجة الحرارة أو استخدام معامل تصحيح . وهناك أجهزة قياس توصيل كهربى خاصة تعمل بالتيار المستمر أو المتردد . ويتم تصحيح القراءة كذلك لتركيز أيون الهيدروجين إذ تتأثر شدة التوصيل الكهربى بالحموضة والقلوية . ويفيد قياس التوصيل الكهربى لحساب ملوحة الماء من جداول خاصة طبقا لدرجة حرارة الماء . علما بأنه قد تقدر **الملوحة** كذلك بواسطة انكسار الضوء باستخدام جهاز Refractometer .

وتقدر كل من **الأمونيا والنيترات** باستخدام جهاز **PH-meter** (**PH-meter**) مع تغيير **الالكترود** ومقياس الجهاز ليكون تدريجه بالمليغرامات مع الاستعانة بمحاليل قياسية لرسم منحنى قياسى لكل من **الأمونيا والنيترات** يساعد فى حساب تركيز كل منهما فى الماء .

ويقدر **الأوكسجين الذائب** فى الماء ، بأن يستخدم الكترود الأوكسجين بأجهزته المتعددة والمتطورة التى تعمل فى الحقل أو فى المعمل بالتيار المتردد أو المستمر ، أو يقدر كيمائيا بالتفاعل مع كبريتات المنجنيز فى وجود يوديد البوتاسيوم فى وسط حامضى ومعايير اليود المتحرر بثيوسلفات صوديوم فى وجود دليل نشا . ويعدل تركيز الأوكسجين حسب درجة الحرارة والملوحة والارتفاع عن سطح البحر .

وتقدر القلوية : بمقياس المائى يطلق عليه **Säurebindungsvermögen (SBV)** لقياس القلوية بالمعايرة بحامض قياسى فى وجود دليل الميثيل البرتقالى لنهاية نقطة تعادل عند **PH 4.0** ، حيث كل وحدة **SBV** تعادل ١ مللى مكافئ للتر الماء أو ٥٠ مجم كربونات كالسيوم / لتر . أو ٢٨ مجم أوكسيد كالسيوم / لتر وهو مقياس يدل على إنتاجية الأحواض ، فمثلا :

٣,٥ وحدات **SBV** (١٧٥ مجم كـ أ / ل) تدل على سوء البيئة الراجع للتكلس الذى يضر الخياشيم والإنتاج البيولوجى ، ١٠,٥ وحدة **SBV** (٧٥ مجم كـ أ / ل) تدل على بيئة غنية ، أقل من ٠,١ وحدة **SBV** (أقل من ٥ مجم كـ أ / ل) تدل على بيئة فقيرة ، والبطلى تناسبه درجة عسر متوسطة ٢ - ٣,٥ مللى مكافئ / لتر أى حوالى ١٠٠ - ١٧٥ جزء / مليون .

ولقياس **العوالق الصلبة** قد يصنع بأخذ عينات كل منها ١٠ لتر أو أكثر فى جرادل وتترك ليلة ثم يسكب الرائق فيجمع من كل جردل (١٠ لتر) حوالى ١/٤ لتر متبقى . ينقل إلى كأس ويكرر ترسيبه . وقد

تقدر العوالق الصلبة بالطرد المركزي مع قياسى حجم الرائق وحجم الراسب وينسب حجم الراسب إلى حجم الرائق . وفى حالة الطلى الذى لا يرسب ويظل معلقا فقد يستخدم معه أيونات الألومنيوم لترسيبه . ويجفف (٨٠ - ١٠٥ °م) أو يجفد Freeze - dried الماء ذو المادة المعلقة .

والكائنات البحرية تتكون من :

أ - السسواب nektons أى الكائنات الحية الكبيرة المتحركة بسرعة (كالأسماك والجمبرى وخلافها) .

ب - والعوالق Plankton أى الكائنات الحية الدقيقة نباتية وحيوانية .

وتنقسم العوالق النباتية Phytoplankton من حيث حجمتها إلى عوالق دقيقة جدا nanoplankton (أقل من ٢٠ ميكرون) وعوالق نباتية دقيقة Phytomicroplankton (٢٠ - ٢٠٠ ميكرون) .

أما العوالق الحيوانية Zooplankton فتتكون (بجانب الميكروبات) تقريبا من كل المجموع الأساسية من الحيوانات كاليرقات والبيض . وتنقسم العوالق الحيوانية من حيث الحجم إلى :

١ - عوالق صغيرة macroplankton (أكبر من ٢ سم) .

٢ - عوالق متوسطة mesoplankton (٢٠ - ٢٠٠ مم) .

٣ - عوالق دقيقة microplankton (٢٠ - ٢٠٠ ميكرون) .

تثبت عينات الهوائى النباتية للتحليل بمحلول فورمالين ٤٪ فى الحال عقب جمعها . وتعد الهوائى النباتية باستخدام الهيموسيتومتر Haemocytometer ، بعد تركيز الحجم المثبت وذلك بالطرد المركزى بسرعة ٤٠٠ لفة / دقيقة لمدة ١٥ دقيقة ، ويسحب الرائق بماصة حتى يترك ١ - ٢ مل من العينة على قاع أنبوبة الطرد المركزى ، يعلق راسب الهوائى النباتية فى المتبقى من الرائق وتؤخذ منه قطره على غرفة الهيموسيتومتر للعد .

أما عينة الهوائى الحيوانية فتؤخذ بجامع عينات عليه مخروط من شبكة هوائى نيلون قطر فتحاتها ٢٠٠ مللى ميكرون . وهذه الشبكة مربوطة لزجاجة عينات سعة ٢٥٠ مل ، تصب محتوياتها إلى إناء حفظ . ويستخدم فورمول / كحول (٤٠ ٪ فورمالين تجارى + ٧٠ ٪ كحول إيثايل) كمادة حافظة .

ويقدر فى العوالق النباتية كمية الكلوروفيل بالجرام / م^٣ لتقدير نشاط التخليق الضوئى (بناء ضوئى) أو التخليق الضوئى بالجرام كربون / م^٣ / يوم ، بينما يقدر فى العوالق الحيوانية كميتها وزنا ، فوزنها يرتبط بكمية السمك المتواجدة .

رغم أن تحليل الدم يعطى كم معلومات كبير . إلا أن جمع العينات ذاتها بعد مشكلة ولا يمكن أدائها

بشكل روتيني بسيط . لذلك أقترح أخيرا استخدام مخاط الجلد بدلا من الدم كإيدل يستقى منه المعلومات الصحية . فالمخاط سهل الجمع ويظهر الضغوط العامة والنوعية على السمك .

ويجمع المخاط بمسح جوانب السمك برفق على أنبوبة اختبار لطرده مركزيا للحصول على عينة رائق للتحليل . ولقد وجد أن المخاط أفضل للدلالة على صحة السمك من خلال تقديرات نشاط إنزيم اللاكتيك دى هيدروجيناز ، إنزيم جلوتاميك أوكسالواسيتيك ترانس اميناز ، والصوديوم والكالسيوم والكور فى أسماك Chanos chanos . وكذلك من خلال تقدير نشاط إنزيم الكرياتين فوسفوكيناز والحديد فى سمك البورى ، ويتقدير نشاط إنزيم جلوتاميك أوكسالواسيتيك ترانس اميناز والكالسيوم فى سمك البلطى الماكروشير Sarotherodon macrochir . ويتقدير نشاط إنزيم البيروكسيد ترانس اميناز والبوتاسيوم لسمك البلطى الموزامبيقى . بينما كان تحليل السهيم أدق فى الجلوكوز واللاكتيك دى هيدروجيناز وتكونيسترول للبورى . وفى الجلوكوز والحديد والكور فى البلطى ماكروشير وكوايسترول البلطى الموزامبيقى . أى أن كل من تحاليل السهيم والمخاط تختلف نتائجها باختلاف أنواع السمك وتختلف أهميتها باختلاف المكون الذى يحلل له ، والمخاط يمكن كذلك من دراسة تغييرات قيم P^H والأجسام الكيتونية لذلك أعتبر أن دراسة المخاط عملية ومفيدة لإعطاء معلومات صحية .

ولمزيد من التفصيل بشأن التحاليل العملية للدم ولكل من السمك والمياه للمزارع السمكية يمكن الرجوع إلى كتاب "التحليل الحقلى والمعمل فى الإنتاج الحيوانى" للمؤلف .

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

الباب الثالث
الأمراض

تهديد :

تتعدد أمراض الأسماك وتتباين في نوعها وشدتها ومسبباتها سواء في الطبيعة أو في المزارع ، إلا أن شدة كثافة التخزين في الاستزراع تؤدي إلى انتشار الأمراض بشكل أكثر ، سواء عن طريق الماء أو الغذاء ، عن طريق الطيور المائية أو الأسماك الأخرى المريضة ، عن طريق سوء الظروف البيئية أو الأعداء الطبيعية ، عن طريق الطفيليات خارجية أو داخلية ، عن طريق البكتيريا والفيروس أو الفطريات ، عن طريق الطحالب أو الملوثات بأنواعها ، فتنتشر الأمراض والأوبئة السمكية Fish epidemics مما يسبب خسارة إقتصادية في المحصول السمكي ، وإن كانت تهدد أيضا صحة الإنسان في كثير من الأحيان خاصة الأمراض التي تسببها الملوثات الميكروبية أو الكيماوية كما حدث في اليابان من ارتفاع مستوى الزئبق مما أدى إلى انتشار مرض سمى باسم الجزيرة التي انتشر فيها التسمم Minamata disease . وهناك أمراض تسبب فقد كبير في الأسماك كالاستسقاء المعدى Infectious dropsy .

وقد تنقسم أمراض الأسماك من حيث العضو الذي تصيبه إلى أمراض جلدية أو خيشومية أو كبدية وغيرها ، ومن حيث الأنواع التي تصيبها إلى أمراض مبروك وأمراض تراوت وغيرها ، ومن حيث العمر الذي تصيبه إلى أمراض صغار الأسماك وأمراض أسماك ناضجة ، ومن حيث الموسم الذي تنتشر فيه إلى أمراض ربيع وأمراض صيف وهكذا ، ومن حيث مسبباتها إلى أمراض طفيلية وأخرى غذائية أو أمراض تخزين ، وأمراض تصيب بعض الأسماك وأخرى وبائية . قال تعالى ﴿ ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون ﴾ - الروم : ٤١ .

الفصل الأول الأمراض الغذائية

ترتبط بعض الأمراض المرضية بالاعذية والحالة الغذائية ، ففي الطبيعة قد تندر التغذية الطبيعية في أحد المواسم لصعوبة الظروف الجوية وتمر الأسماك بحالة صيام اضطراري مصحوبا بأعراض نقص تغذية، أو أن تزدهر بعد الطحالب السامة في أحد المواسم في بعض المواقف فتعفى إلى حالات مرضية للأسماك المغذاة على مثل هذه الطحالب في هذه الظروف ، أو أن تنتشر الملوثات المختلفة في الماء وتتركز في الغذاء الطبيعي للأسماك مما يمرض الأسماك ويسمها ، أما في ظروف الاستزراع فالمشاكل أعظم من ذلك لصعوبة تكوين علائق متزنة تغطي كافة احتياجات السمك ، إذ أن هذه الاحتياجات غير ثابتة لتوقفها على نوع السمك وعمره وحالته الفسيولوجية وظروف البيئة من درجة حرارة وقلوية وحموضة وأوكسجين ذائب وملوحة وطقس وغيره مما يجعل العلائق الصناعية دائما غير متزنة فتظهر أعراض نقص أحد أو بعض المغذيات الضرورية ، أو أن يساء تخزين العلائق ويساء اختيار جودة مكوناتها مما يمرضها للإصابات بالعدوى والفطريات فتنشر التغذية بالأسماك . فأشهر الفيروسات المرضية للأسماك تنتقل خلال الغذاء ، وكثير من الحشرات (غذاء مناسب للأسماك) تعتبر عائلا وسيطا للطفيليات التي تصيب الأسماك التي تتغذى على الحشرات ومن بين هذه الطفيليات الديدان اليرقية Trematodes مثل انديدان الكبدية Liver flukes . وزيادة الجزء النباتي من بروتين عليقة الأسماك (وما يحتويه من سموم ونقصه في فيتامينات 1 ، ج ، الريبوفلافين) يؤدي إلى أمراض العيون في الأسماك (السالمون) من بينها عتامة العين Cataract ، وإن كان مسحوق السمك الأبيض كمصدر بروتين أساسي في علائق الأسماك يؤدي أيضا إلى عتامة عتسة العين لعدم الاتزان المعدني ولنقص بعض المعادن في العليقة . ولقد وجد أن إضافة الميثيونين إلى علائق التراوت المحتوية على بروتين صويا تمنع ظهور عتامة عين السمك .

بروتين العليقة :

أفضل البروتينات ما كانت من السمك ، ورغم ذلك تختلف مساحيق السمك فيما بينها في معاملات هضمها ، بل إن معالجة بعض المساحيق بحرارة مرتفعة تسبب زيادة نسبة نفوق السمك وأمراض الكبد . وبإضافة مخلفات المجازر ودهون الخنازير ولحومها ودهون البقر وجد أنها غير ملائمة للتراوت والأسماك النهريّة وتؤدي إلى إتلاف الكبد . وزيادة بروتين العليقة (٤٤٪) قد يؤدي إلى الكبد الدهني Hepatic

lipidosis في الأسماك (بلطي أخضر) ، كما أن انخفاض البروتين (١٣ ٪ في مخلفات البيرة) يظهر أعراض نقص مؤدية إلى نفوق الأسماك (بلطي موزمبيقى) . وقد أدت تغذية التراوت على بروتين وحيد الخلية (SCP) كمصدر وحيد للبروتين أدت إلى خفض استهلاك الأكل واضطرابات كلوية (لتراكم حمض اليوريك) . واضطراب ميتابوليزم البروتين / أحماض نووية مؤديا إلى شتو في تخليق كرات الدم الحمراء . Abnormal erythropoiesis مؤديا إلى أنيميا صفر كرات الدم Microcytic hypochromic anaemia .

والعبرة ليست فقط بمستوى بروتين العليقة ، بل كذلك بنسب الأحماض الأمينية ، إذ أن في حالة عدم صحة هذه النسب بين الأحماض الأمينية الأساسية ، يؤدي ذلك إلى ضعف نمو السمك حتى مع ارتفاع المحتوى البروتيني . ففي التراوت على عليقتين متساويتين البروتين إلا أن إحدى العلائق بها مسحوق جثث والأخرى مسحوق سمك ، فاحتفظت القيمة الغذائية رغم تساوى البروتين ، فكان التحويل الغذائي للأولى ١ : ٦,٣ وللأخرى المحتوية على مسحوق السمك ١ : ٩,١ ، وذلك لاختلاف محتواهما من الأحماض الأمينية خاصة الميثيونين ، فمن النواحي الاقتصادية يعتبر من المفيد جدا إمداد العليقة الناقصة بهذا الحمض الأميني الكبريتي بون الزيادة التي تضر بالتوازن الأحماض الأمينية ، وبالتالي تضر بالقيمة الغذائية والاستفادة من العليقة . فقد وجد أن إضافة ٢,٠ - ٥,٠ ٪ ميثيونين لمدة قصيرة يقي من تلف الكبد الدهني في حالات مختلفة ، مع إضافة الكولين كذلك في نفس الوقت .

وهناك أحماض أمينية أساسية لا تستطيع الأسماك تخليقها والتي بدونها لا تنمو بل تعاني من أمراض نقصها مثل التشوهات التشريحية وعمامة عدسة العين Lens cataract . وهذه الأحماض الأمينية ينبغي احتواء العليقة عليها .

فمعروف أن نقص بعض الأحماض الأمينية يؤدي إلى أعراض مرضية مميزة ، وكلها تدفع إلى فقد الشهية للأكل ، فينخفض استهلاك الأكل ، ويترتب على ذلك انخفاض معدل النمو والنشاط . وأخيرا تم توصيف أعراض أكثر تخصصا كما في التراوت المغذى على علائق ينقصها التريبتوفان ، فيظهر انحناء للعمود الفقري عارض Transient scoliosis ، والأربطة الغضروفية notochord لكل الأسماك المنحنية للعمود الفقري scoliotic fish تضار من تمدد المادة الليفية (على الجانب المقعر للسمك) بين الزوائد الغضروفية . والأسماك التي تعاني النقص تظهر حساسية ، وتحتجز كالسيوم بشكل غير عادي في كل من الرقائق العظمية المحيطة بالأربطة الغضروفية للعمود الفقري وكذلك في الكلى فتؤدي إلى تكلسها Calcinosis فنقص التريبتوفان في التراوت يؤدي إلى تشوهات Scolioses & Lordoses تماثل التي تحدث عند نقص حمض الاسكوربيك . ونقص الميثيونين يؤدي إلى العمى لحدوث غشاوة (مياه) العدسات . وغياب الليمسين يؤدي إلى جروح جلدية تكون فرصة لعدوى ثانوية بالطفيليات الخارجية . وبينما نقص التريبتوفان في علائق البلطي يؤدي إلى خفض النمو وتشويه الرأس والذيل مع بروز مقلة العين Exophthalmia .

الكربوهيدرات :

زيادتها في علائق الأسماك غير مرغوبة ، فقد أدت زيادتها في علائق البلطي (في صورة ناتج مطاحن) إلى خفض النمو والتشويه ويزور العين ، ويتم علاج هذه الأعراض بزيادة بروتين العليقة الحيوانى والنباتى . وتتأثر أسماك المياه الباردة وأكلة اللحوم بشكل أكبر بزيادة محتوى علائقها من الكربوهيدرات ، إذ تتهدم خلايا أكبادها وتزيد محتوياتها من الجليكوجين وزيادة دهن الأحشاء ، ودليل الكبد الجسمى ونسبة النفوق . فاحتمال أسماك التراوت منخفض جدا للجلوكوز (لانخفاض ميتابوليزمه ونقص الأنسولين) . وكذلك أسماك موسى أظهرت زيادة جليكوجين أكبادها عند تغذيتها على عليقة بها ٢٠٪ كربوهيدرات (من الجلوكوز والدكسترين) . وزيادة نشا عليقة التراوت يصاحبها انخفاض شديد في امتصاصها (قد يصل معامل الهضم ٢٦ ٪ عند زيادة النشا إلى ٦٠ ٪) مع انخفاض تركيز البروتين والنحاس في الكبد ووجد أن زيادة جليكوجين الكبد تخفض من تحمل السمك للتسمم بالنحاس . فزيادة كربوهيدرات عليقة التراوت تصاحبها دائما انخفاض في وزن الجسم ، فزيادة الكربوهيدرات عن ١٤ ٪ من عليقة هذه الأسماك غير ذى فائدة بل ضار فيخفض كذلك من بروتين العضلات لانخفاض استهلاك الغذاء والإضرار بالأنظمة الإنزيمية الخلوية خاصة بالكبد .

الدهون :

تحتل الأسماك الدهون في العليقة وأهمها زيت السمك ، وقد يؤدي رفع مستوى الدهن في العليقة إلى أعراض غير مرغوبة كالتهاب العضلات وتثبيط النشاط الإنزيمى المشجع لتخليق الدهن في السمك . ونقص الدهون (الأحماض الدهنية الأساسية) يؤدي إلى تلوين الجسم وخشونته وتلف الزعنفة الذيلية ، ونقص حمض اللينولينيك يؤدي إلى أعراض نقص تشمل انخفاض النمو وجروح الزعنفة الذيلية وأعراض صدمة ودهن الكبد ، فالأحماض عديدة عدم التشبع ضرورية للنمو ونقصها يؤدي إلى زيادة النفوق وزيادة محتوى الأنسجة من حمض ايكوساترينويك Eicosatrienoic acid وأمراض القلب Heart myopathy . إلا أنه قد تحتوي الزيوت الطبيعية على بعض المواد السامة مثل منتجات بذر القطن فتحتوى على أحماض دهنية حلقيه Cyclopropanoid fatty acids وجوسيبول Gossypol (صبغة سامة) تؤدي إلى خفض معدل النمو في السمك وتزيد حدوث الخراجات (أورام خبيثة) Tumors التي تسببها الافلاتوكسينات (هيدروكربونات حلقيه مسببة للسرطان) . والدهون ذات الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع تكون عرضة للأكسدة الذاتية بفعل مساعدة المعادن الثقيلة وصبغات الدم . إضافة فيتامين هـ (الفا - توكوفيرول) يحمى الأسماك من آثار تزنخ مسحوق السمك ، فإضافة هـ مجم الفا - توكوفيرول / ١٠٠ جم عليقة تمنع أعراض نقصه (فقد الشهية وانخفاض معدل النمو والتشنجات والنفوق) وتحسن معدل النمو . وتؤدي تغذية أسماك المبروك على دهون مؤكسدة إلى خفض النمو وتثبيط تخليق الجليسيريدات .

الفيتامينات :

فقر التغذية في الفيتامينات (علية غنية بالنشويات) يؤدي إلى زهرى السمك Fish Pox كقروح بيضاء رمادية جيلاتينية على الجلد ، قد تتحول إلى قوام غشوي مع طراوة وتشوه الهيكل . فالتغذية الصناعية تتطلب إغنائها بالفيتامينات وإلا يتدهور النمو وتظهر أعراض مميزة للنقص وقد تؤدي إلى نفوق السمك . فنقص فيتامين A ، B₁ ، B₂ ، B₆ ، حمض البانتوثينيك وفيتامين C كلها تخفف من نمو أسماك التراوت ، وتظهر تشوهات بالعمود الفقري . ويظهر نقص الفيتامينات في علائق القراميط أعراض نقص الشهية للاكل وانخفاض النمو وتغيرات لونية ونقص الاتزان وعصبية وتزيف وجروح وكبد دهني . كما يؤدي نقص كل من فيتامينات A ، C أو الريبو فلافلين في علائق التراوت إلى نزف العين وجحوظها وترق القرنية .

الثيامين أو B₁ : يؤدي نقصه إلى ضعف النمو وفقدان الشهية للاكل ، سرعة الإثارة ، تشنجات ، فقدان الاتزان ، وتغيرات في موقع وامتلاء المثانة الهوائية ، وعتامة القرنية وأوديما وأنيميا وفشل كبدي (وقد ينشأ ذلك لارتفاع محتوى العليقة من الكربوهيدرات أو لوجود مضاد الثيامين في السمك النقيء بالعليقة) . ضعف التحويل الغذائي ، تلون الجلد . وقد تنشأ هذه الأعراض لوجود الأمبرول والبيريثيامين وأوكسيثيامين في العليقة .

نقص الريبو فلافلين في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط يشمل أعراض مثل نقص النمو ، نقص الكفاءة الغذائية ، عدم الشهية للاكل ، وإظلام عدسة العين Cataract ، أسوداد اللون dark coloration ، ونزف hemorrhage (في العين والأنف والغطاء الخيشومي وأجزاء أخرى من الجسم) ، عدم اتزان incoordination ، أنيميا في بعض الحالات ، وزيادة النفوق .

ونقص النياسين في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط يسبب خفض النمو والكفاءة الغذائية واستهلاك الأكل ، عدم اتزان ، احتقان الخياشيم ، زيادة النفوق ، اضطرابات معوية ، أخضرار جلدية ، وأنيميا وأخضرار بالقواوين ، شرود الحركة ، تلون الجلد بلون غامق . أعراض بلاجرا Pellagra ، وترنج Ataxia ، ونفوق وتشنجات عضلية Spasms ، وحساسية من الأشعة فوق البنفسجية ، ونزف جلدي . إلا أن زيادة النياسين (إلى ١٠ آلاف جزء / مليون) يؤدي إلى زيادة دهن الكبد .

وأعراض نقص حمض البانتوثينيك في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط تشمل خفض النمو والتحويل الغذائي واستهلاك الغذاء ، وتكتل الخياشيم Clubbed gills ، صوم بطيء (كسل) sluggish swimming ، تثبيط عمل غطاء الخياشيم ، أنيميا ، ارتفاع معدل النفوق ، أخضرار كلوية .

نقص البيروبيوكسين في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط والشلبية Bream له أعراض منها خفض محسوس في النمو والتحويل الغذائي واستهلاك المطف ، أوديما edema ، اضطراب الحركة ataxia ، تقرن العين وجحوظها exophthalmia ، حساسية للإثارة شديدة hyperirritability ، زعائف

صرعية epilipiform fins ، أنيميا ، عوم شارد erratic أو حلزوني spiral ، عدم قدرة القبض على الغذاء ، تنفس سريع كالهث gasping like ، ثبات الغطاء الخيشومي ، نقص نشاط انزيمات نقل مجاميع الأمين (جلوتامات اوكسال اسيتات ، جلوتامات بيروفات) ، وشدة النفوق . وربما تظهر أعراض النقص بسرعة ، غالبا في ظرف ٤ - ٦ أسابيع. نقص البيوتين في السالمون والتراوت والمبروك يظهر أعراضا منها انخفاض النمو والكفاءة الغذائية ، أنيميا مصاحبة لزيادة كرات الدم البيضاء وكرات الدم الحمراء غير الناضجة ، ضمور الخلايا العنقودية البنكرياسية Pancreatic acinar cells ، ترسيبات تشبه الجليكوجين في الانابيب البولية ، امتداد الكبد وشحوب لونه enlarged pale liver ، انخفاض مستوى حمض نوكوسا بنتينويك docosapentaenoic acid في الكبد ، انخفاض نشاط إنزيم اسيتيل كوانزيم (A) كربوكسيلاز وإنزيم بيروفات كربوكسيلاز في الكبد ، زرقة مخاط الجلد مؤقتا ، نفوق ، ضمور العضلات ، تشنجات ، أضرار بالأمعاء الغليظة ، ونفوق . نقص حمض الفوليك في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط أعراضة تشمل انخفاض النمو والتحويل الغذائي ، أنيميا متميزة من نوع عدم تجانس حجوم الخلايا وتشوهها anisocytosis and poikilocytosis ، شحوب لون الخياشيم ، أسوداد لون الجلد ، حالة سيات (نعاس) lethargy ، نفوق . وتظهر أعراض النقص بعد فترة طويلة من التغذية ، عموما ١٥ أسبوعا أو أكثر .

ويؤدي نقص فيتامين B₁₂ (سيانوكوبلامين) إلى أنيميا صفر كرات الدم الحمراء ، وانخفاض تركيز الهيموجلوبين ، شحوب لون الخياشيم والكلية والكبد مع تدهور الكبد والتهاب الكلية واستسقاء بطني وفقد القشور وجحوظ العينين وعوم شارد ، انخفاض التحويل الغذائي .

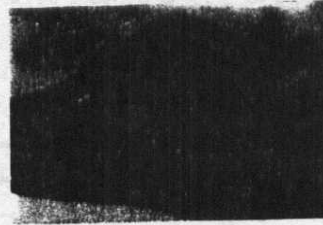
نقص الكولين يسبب انخفاض النمو والتحويل الغذائي ، أنزفة (في الكبد والكلية والأمعاء) ، كبد دهني ، وذلك في السالمون والتراوت والمبروك والقرموط والشلبية . وتتوقف شدة وطبيعة أعراض النقص والزمن اللازم لظهورها على نوع السمك والعليقة . ويخلق تراوت البحيرات كولين بكفاية من ميثيل - ودي ميثيل امينو ايثانول وليس من امينو ايثانول أو بيتاين .

أعراض نقص حمض الاسكوربيك في السالمون والتراوت والقرموط تشمل نقص النمو والتحويل الغذائي ، أنيميا ، تشوهات عظمية (تقوس العمود الفقري lordosis , scoliosis) ، الإضرار بتخليق الكولاجين والتئام الجروح ، إزالة صلبة الجلد ، نزف (في الزعانف والجلد والكبد والكلية والأمعاء والعضلات) ، وجحوظ ونزف العينين وانخفاض تركيز هرمون الثيروكسين في السيرم ، زيادة كوليسترول وجليسيريدات الدم ، انخفاض فيتامين ج في الكبد والكلية ، صعوبة التئام الجروح ، انخفاض كولاچين العمود الفقري ، وزيادة تركيز الفيتامين في الأنسجة المكونة للكولاچين (جلد ، غضاريف ، عظام) ، نقص حديد السيرم والهيموجلوبين ، نقص امتصاص الكالسيوم وتخزينه ، استقربوط ، ونفوق .

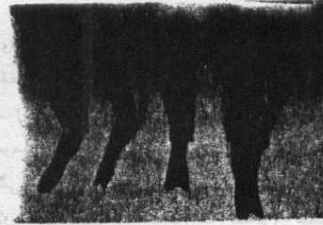
فزيادة فيتامين ج مطلوبة للتئام الجروح والاستفادة من الكالسيوم في الخياشيم والجلد والعضلات والعظام ولارتفاع حديد الدم . وإن كانت شدة زيادة حمض الاسكوربيك (١٤٠٠ جزء / مليون) في علائق التراوت تؤدي إلى إنتاج بعض السموم الأعمى . والفيتامين متطلب لخفض سمية الكادميوم

فنقص الفيتامين يزيد تراكم الكادميوم في كبد الأسماك ، وكذلك بالنسبة للتسمم بالنحاس فنقص حمض الاسكوربيك في العليقة يزيد تركيز النحاس في الكبد والخياشيم والكلى و الأمعاء ، فيضاف الفيتامين للتغلب على سمية النحاس وزيادة إخراج النحاس من الجسم . وفي حالة مرض الاسقربوط Scurvy يقل تراكم اليود بالدرقية لأن نقص الفيتامين يعمل على ضمور Atrophy الغدة . ويعيق الفيتامين من امتصاص الزنك ويزيد من إخراجة . وتعمل المبيدات الحشرية على زيادة الاحتياجات من حمض الاسكوربيك لأنها تخفض محتوى الأنسجة العظمية من الفيتامين وتعمل المبيدات على تثبيط تخليق الكولاجين وميتابوليزم حمض الاسكوربيك في السمك . كما يخفض نقص الفيتامين عدد كرات الدم البيضاء الملتصمة ومن الأجسام المضادة ومن قدرة ارتباط الحديد . كما يظهر نقص فيتامين ج تآكل الزعانف وتشويه الخياشيم وتفتيلها وكسر الظهر وانتشاء الذيل ، ونوم وفقر ، وتلون الجلد بلون أسود (لتوزيع خلايا دموية ميلانينية خلال الأنسجة الكولاجينية) أى Black death . والأعراض العظمية والفصروفية تنشأ من دور الفيتامين كعامل مساعد في هيدركسلة الليسين والبرولين في الكولاجين كمكون رئيسي للأنسجة الضامة فهو هام في تكوين العظام والغضاريف والجلد ، فنقصه يعنى انخفاض نشاط إنزيم بروليل هيدروكسيلاز أى الإضرار بتكوين الكولاجين فيظهر انحناوات العمود الفقري وقصر القطاء الخيشومي . كما يقوم الفيتامين بمساعدة تفاعلات الهيدركسلة اللازمة لإخراج العقاقير والسموم والمبيدات وتحويلها لمركبات غير سامة .

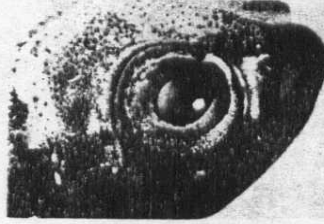
ونقص الاينوسيتول Inositol فى السالمون والتراوت والمبروك والشلبه يظهر أعراض نقص النمو والتحويل الغذائى واستهلاك الأكل ، وأنيميا ، وتثبيط نشاط الكولين استراز والجلوتاميك أو كسال اسيتيك وجلوتاميك بيروفيك استيراس امينازات . وتزيد الاحتياجات الكمية من الاينوسيتول بزيادة مستوى جلوكوز علائق الشلبه .



(٢)



(١)



(٤)



(٣)

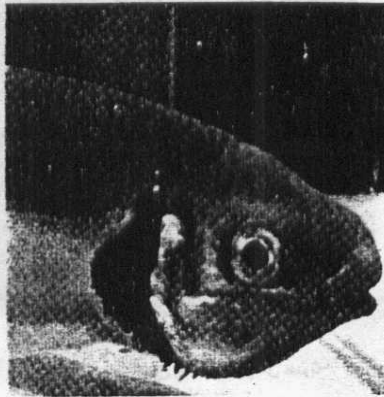
العلامات المرضية لنقص حمض الاسكوربيك في زريعة التراوت .

١ - سمك منحنى العمود الفقري كعرض نموذجي للاستقربوط (٣ سمكات على اليسار) .

٢ - منظر ظهر لتشويه العمود الفقري Scoliosis .

٣ - قصر الغطاء الخيشومي .

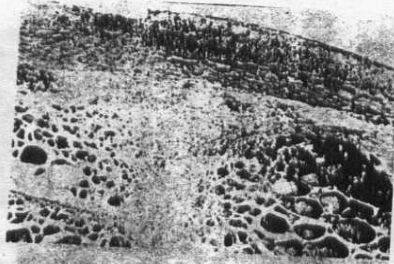
٤ - بقع دموية في العين .



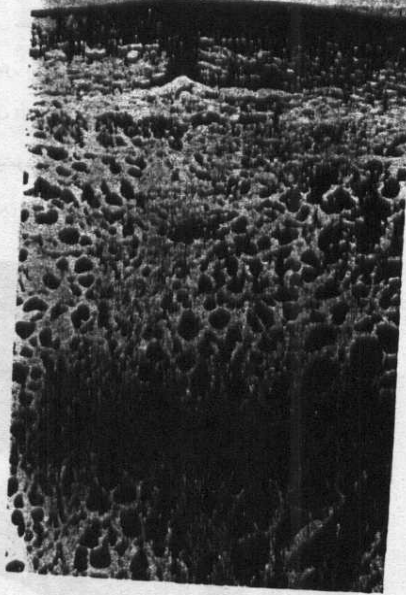
تشويه الرأس وكسر الخياشيم في أسماك تراوت قوس قزح يعوزها

فيتامين ج

(١)



(٢)



قطاع عرضي في جرح بعد ١٠ أيام من حدوثه :
١ - بدون إضافة فيتامين ج .
٢ - بإضافة الفيتامين في العليقة .



تشوهات العمود الفقري في أسماك التراوت (يسار) المقارنة
(يمين) على مستوى كاف من فيتامين ج

وأظهرت دراسة نمو التراوت أن الاحتياجات الغذائية من حمض البازا أمينونيك ١٠٠ - ٢٠٠ مجم / كجم عليقة . نقص فيتامين (B₁₂) من علائق السالمون لم تؤثر على الشهية ، ولم تؤثر النمو ، ولم تسبب نفوقا ، لكنها أدت إلى حدوث حالة أنيميا .

أعراض نقص فيتامين (A) في التراوت والمبروك والقروموت تشتمل على نقص النمو والتحويل الغذائي واستهلاك الأكل ، أنيميا ، تغيير لون الجلد ، نزف ، التواء الغطاء الخيشومي bent opercles ، جحوظ العين exophthalmia ، عتامة العين Ocular opacity ، نفوق . ويحول مواد الفيتامين الغذائي بيتاكاروتين إلى فيتامين (A) كموا في فرخ القشر Perch والبريوني Dace ويضاف في التراوت . ومن أعراض نقص الريتينول كذلك أوباما وإزالة الصبغات ، رقة القرنية وامدادها وتدهور الشبكية ونزف الجلد والزعانف . تتلون لحم الأسماك آكلة اللحم في بيئتها الطبيعية باللون الأحمر نتيجة تغذيتها على القشريات بما تحتويه على كاروتينويدات ، بينما نفس الأسماك في الأحواض ونتيجة تغذيتها الصناعية تكون لحمها بيضاء ، لذا يراعى إضافة مصدر للكاروتينويدات في هذه العلائق ومنها الكانثاكزانثين Canthaxanthin والتي تتوافر في الهوائم البحرية كذلك ، فعند إضافة ٨ مجم كانثاكزانثين / كجم علف لمدة عدة شهور قليلة يتلون لحم السمك جيدا ، ويزيد اللون بمرور الوقت ، ويقل تركيز هذا الكاروتينويد في لحم السمك بعد إيمانه من العليقة لمدة ٨ أسابيع للنصف تقريبا نتيجة هدمه وإخراجه . وهذه الصبغة رغم أنها ليس لها تأثير فيتامين (أ) لعدم احتوائها على حلقة بيتا أيزون ، إلا أنها تحسن من نمو السمك وتحوله الغذائي وتخفض من استهلاك الأكل وتحسن من التناسل وتزيد نسبة إخصاب البيض .

عند تغذية أسماك التراوت الصغيرة على علائق متدرجة المحتوى من فيتامين (أ) لمدة ١٦ أسبوع ، احتملت صغار التراوت حد أقصى ٩٠٤ ألف وحدة دولية / كجم عليقة ، بينما ٢,٧ مليون وحدة دولية / كجم كانت سامة ، وكانت أعراض سمية الزيادة في شكل خفض النمو ، زيادة النفوق ، شذوذ ونكززة الزعانف ، شحوب لون الكبد وتشققه ، تشوه السلسلة الظهرية . إلا أنه لم يتضح تداخل لزيادة فيتامين (أ) على فيتامين (ج) وميتابوليزمه . وقد انخفض محتوى الكبد من الحديد بزيادة مستوى فيتامين (أ) في العليقة والكبد ، مما يشير لتأثير الفيتامين على ميتابوليزم الحديد . ولم تلاحظ تأثيرات للفيتامين على محتوى معادن الكلى والقشور والفقرات .

ويظهر نقص فيتامين D في الأسماك في صورة ضعف النمو ، رعشة العضلات الهيكلية البيضاء ، عجز اتزان الكالسيوم ، أنيميا ، ضمور عضلي ، تغيرات لونية في الجلد ، نقص التحويل الغذائي ، نقص الشهية ، نكززة الكلى .

ويؤدي نقص فيتامين E إلى انخفاض الحيوية والنمو ، أنيميا ، استسقاء ، عدم نضج كرات الدم الحمراء وتباين أحجامها وتكسرها ، سوء تغذية العضلات Muscular dystrophy ، زيادة ماء الجسم ، سوء التحويل الغذائي ، تغير لون الجلد ، جحوظ العين ، زيادة تخزين الدهون في الطحال ، نفوق ، أضمحلال القلب والعضلات الهيكلية ، انخفاض لتركيز الفيتامين من البلازما ومن الكبد مع نقص السلينيوم وإنزيم الجلوتاثيون بيروكسيداز في الأنسجة ، وظهرت تغيرات نسيجية وخلوية كثيرة .

أما نقص فيتامين K فيطيل زمن التجلط ويحدث أنيميا مع انخفاض نسبة جسيمات الدم ، فهو لازم لتجلط دم طبيعي خاصة بعد العلاج بالسلفوناميد التي تؤدي إلى اضطراب فلورا الأمعاء . ومن ذلك يمكن تلخيص الأمراض المرضية الشائعة في الأسماك الزعنفية Fin fish نتيجة نقص الفيتامينات كالتالي :

المسرىض	الفيتامينات المسؤولة
أنيميا	E - K - B ₂ - B ₆ - نياسين - B ₁₂ - فولات - C - اينوسيتول .
ذهاب شهوة الأكل	A - B ₁ - B ₂ - نياسين - حمض بانتوثنيك - B ₆ - B ₁₂ - فولات - بيوتين - C - اينوسيتول .
أوهيميا	A - E - B ₁ - نياسين - B ₆ .
فقر الكفاءة الغذائية	B ₂ - نياسين - فولات - بيوتين - كولين - اينوسيتول .
فقر النمو	A - D ₃ - E - B ₁ - B ₂ - نياسين - حمض بانتوثنيك - B ₁₂ - B ₆ - فولات - بيوتين - كولين - C - اينوسيتول .
نزف الجلد	A - B ₂ - نياسين - حمض بانتوثنيك - C .
أضرار بالقولون	نياسين - بيوتين .
أضرار بالجلد	نياسين - حمض بانتوثنيك - بيوتين - اينوسيتول .
وخم / كسل lethargy	B ₁ - نياسين - حمض بانتوثنيك - فولات - C .
خوف من الضوء Photophobia	B ₂ - نياسين .
تقلصات عضلية	نياسين
رعشة - عضلات بيضاء	D ₃ - نياسين .

ورغم صعوبة دراسة العناصر المعدنية وعلى وجه الخصوص في الأسماك ، فقد وجد أن زيادة الكالسيوم تؤدي إلى تكلس وتكوين حصوات في الأنابيب الكلوية للتراوت ، إلا أن التريتو فان يتداخل في ميتابوليزم الكالسيوم ، إذ أن نقص الأول يصاحبه زيادة ترسيب الكالسيوم ، مع وجود بلورات أو كسالات كالسيوم في الكلى للأسماك التي تعاني من نقص البيريديوكسين في العليقة ، بينما نقص الكالسيوم يؤدي إلى نقص النمو وانخفاض الحيوية وفقر التحويل الغذائي . وتعاني أسماك البلطي من عدم اتزان الكالسيوم والفوسفور في العليقة . وزيادة الكالسيوم والفوسفور تخفف النمو ، ونقص الفوسفور يظهر أعراض نقص مثل تشويه عظام الرأس والظهر ويزيد النفوق وينسحب الكالسيوم من العظام مما يؤدي لتشوهات هيكلية ، كما يظهر انخفاض في محتوى رماد العظام وأنيبيا مع ضعف النمو .

ونقص الماغنسيوم في العليقة يزيد السوائل خارج الخلايا في عضلات السمك نتيجة زيادة الصوديوم ، كما يؤدي إلى تكلس الكلى ، فقد شهية السمك ، ضعف النمو ، تشنجات ، نقص ماغنسيوم الفترات ، كسل وبلادة Sluggishness ونفوق .

وتؤدي الملائق التي يعوزها وجود العناصر الباقية إلى خفض النمو وعتامة عدسات العيون وتقرن الجسم وقصره . ويجب التأكيد على أهمية التداخلات بين المعادن المختلفة ووفرة العناصر النادرة وتأثير كيمياء المياه على الاحتياجات المعدنية . وتظهر الأسماك أنيميا لنقص الحديد ، ويؤدي خفض النحاس إلى خفض النمو وأنيبيا ، ونقص الزنك يؤدي إلى إظلام عدسة العين ، أما المنجنيز فنقصه يؤدي إلى تشوهات عظمية وبلادة وفقدان الشهية وعدم اتزان وضغط النمو وزيادة النفوق وانخفاض تركيز حديد وبيوتاسيوم البلازما مع انخفاض محتوى الكبد من كل من الماغنسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والزنك والنحاس والمنجنيز والفوسفور إضافة لانخفاض منجنيز وكالسيوم الفترات . ونقص اليود يخفف نمو السمك ويسبب الجويتر Goiter (خراج الغدة الدرقية) . ويؤدي نقص الكوبالت إلى تشوهات عظمية .

بعض المكونات السامة في العليقة :

رغم أهمية التغذية الصناعية في إنتاج الأسماك فإن زيادة التلغذية غالبا ماتسبب أمراض ونفوق ، خاصة عند استخدام السمك واللحم المشكوك فيهما كمكونات طافية . فمرض تلف الكبد الدهني أساسا مرض غذائي ويتشابه في أعراضه مع المرض الفيروسي المسمى بالتسمم الدموي النزلي وفيه يكون الكبد بني مصفر . والعلاج في تجنب زيادة التغذية مع ترك السمك من وقت لآخر بدون طعام مع إضافة غذاء طازج ككبد الماشية والسمك فقير الدهن على فترات .

ومرض التهاب الأمعاء enteritis هو كذلك مرض تغذية ، فإذا عصرت البطن خرج من الشرج سائل

أحمر مصفر نتيجة احمرار واحتقان والتهاب الأمعاء مع سهولة رؤية أدق الأوعية الدموية . فالالتهاب تسببه أخطاء التغذية . وسرطان الكبد الذى يظهر خراجات صلبة خارجية خلف الزعانف الصدرية هو كذلك مريض غذائى تسببه **الافلاتوكسينات** .

والمعالج يجب تجنب العلائق التالفة ، ويوزع الغذاء فى حالة جيدة وبكميات غير كبيرة مع غناه بالفيتامينات على ألا يكون عالى الدهون أو عالى الملح (ليس أكثر من ٢٪ ملح) مع احتوائه على كمية كافية من المواد المائلة ولا تزيد كمية العليقة اليومية عن ٢,٥ ٪ من وزن السمك مع خفض أو وقف التغذية عند اشتداد الحرارة أو البرودة ، وتقدم العليقة على وجبتين أو أكثر أفضل من التغذية مرة واحدة . إذا شك فى مرض الأمعاء أو الكبد تزال التغذية لمدة أيام ثم تقدم تدريجياً . ويجب تصويم السمك يوم فى الأسبوع ومن وقت لآخر يستبدل المركبات الجافة بغذاء طازج .

وكسب القطن يحتوى كذلك على أحماض دهنية حلقة البروين تؤدى لتطوير الخراجات Tumors السرطانية . يرجع تاريخ سرطان كبد التراوت إلى علاقته بالعلائق التجارية المحتوية كسب بذرة قطن أو افلاتوكسين ، فتركيزات منخفضة قدر ٠,٤ - ٠,٥ جزء / بليون من **افلاتوكسين B₁** فى العليقة تحدث سرطان الكبد فى أقل من عام فى التراوت ، بينما تغذية التراوت على مستويات تبلغ ٢٠ جزء / بليون من هذا السم لفترة ١, ٥, ١٠, ٢٠, ٣٠ يوم أحدثت سرطان كبد بنسبة ٣, ١٢, ١٠, ٤٠, ٣٦ ٪ على الترتيب بعد ١٢ شهرا . ونعس البيض بأجنة التراوت فى محلول مائى يحتوى ٠,٥ جزء / مليون من هذا السم لمدة ساعة كان كافيا لإحداث سرطان كبد فى ٤٠٪ من هذا السمك بفحصه بعد ١٠ شهور من غمس البيض المخصب .

سواء تخزين أعلاف السمك سواء فى مخازن رطبة أو لمدة طويلة أو لقطع عيواتها ، تؤدى إلى إصابة **العلف بالفطريات** ، وهذا العلف العفن يؤدى إلى حدوث سرطان الكبد للأسماك خاصة الأسماك المعمرة (لا فى الفقس ولا فى أسماك المائدة) . ويظهر الكبد وارما ومتضخما ، فيزيد وزنه لعشرة أضعاف . وسرطان الكبد هذا غير معدى ، ولا يرجع لبكتريا أو فيروس ، بل يسببه **الافلاتوكسين Aflatoxin** الذى تفرزه فطريات العفن والتي تنمو بشدة غالبا على كمسب الفول السودانى وبنور القطن ، مما يدعو إلى عدم تفضيل استخدامها لتغذية السمك . لذا ينصح بتخزين العلف جاف ، وحتى لو كان العلف رخيصا فلا يخزن لأكثر من ٤ - ٦ أسابيع ، إذ أن احتواء العلف على ٠,٥ مجم **افلاتوكسين (B₁)** / كجم يؤدى بعد عامين إلى سرطان الكبد فى ٤٠ ٪ من سمك التراوت ، والكمية الأكبر بدهى تؤدى إلى سرعة انتشار المرض ، وفى تركيز ٣٦٠ مجم / كجم ظهر السرطان فى ظرف أربعة شهور .

الافلاتوكسينات التى تنتجها فطريات **الأسبرجيلي** تسبب سرطان كبدى Hepatomas فى السالمون

وتسبب أضرار نزف في البلطي . وقد يضاف حمض البروبيونيك أحيانا في العلف (٠.٢٥ ٪) لتثبيط النمو الفطري .

ويمكن تقليل الأضرار في الأعلاف الجافة المخزنة باتخاذ مايلي :

- ١ - تختبر الأعلاف قبل تخزينها ، وأى علف مصاب يجب تبخيره أو معالجته لتجنب التلوث .
- ٢ - تخزين الأعلاف في أكياس ومبيدات عن الأرضيات ، حتى المحبب من الأعلاف .
- ٣ - تعظيم تهوية المخازن ، وخفض درجات الحرارة قدر الإمكان ، ولايفضل استخدام التلويح بالحديد المجلفن في البناء في الأجواء الحارة .
- ٤ - أى أعلاف مبعثرة تكتس .
- ٥ - التحكم في الحشرات والقوارض ومقاومتها باستخدام المصائد وليس بالسموم ، مع ازواج جدران مبانى المناطق الحارة .
- ٦ - تفحص الأعلاف باستمرار للوقوف على حدوث التلف نتيجة أى تغيير فى اللون والقوام (التكتل دليل الإصابة الفطرية) والتكسر والرائحة (تزنج ، عفن) ، مع تقدير الرطوبة كذلك . فـرطوبة الأعلاف الجافة حوالى ١٠ ٪ ، فإذا زادت إلى ١٣ - ١٦ ٪ فتكون الأعلاف عرضة للتلف . ويجب ملاحظة وجود العفن والحشرات والقوارض ، وأى علف مصاب يجب عزله فى الحال لتطهيره .

فقد تظهر الأسماك المفدأة على أعلاف ملوثة سلوكيا شاذا ، وتنفذ شهيتها للكلل ، ويقل نموها ، وتنفذ تكيفها . ورغم أن بعض الأعلاف المصنعة تحتوى تاريخ صلاحيتها إلا أنه ينصح كذلك بمدد الحفظ التالية :

نوع العلف	تخزينه ومدته
مواد علف تكميلية (كالأرز ، النخالة ، نواتج طحن القمح) مخلفات السمك المجمدة	لا تزيد الرطوبة فيها عن ١٠ ٪ . تخزن في بيئة باردة وجافة وخالية من الآفات ، فيمكن تخزينها عدة شهور . إذا كانت غنية بالدهن فتخزن حتى ٣ شهور على - ٢٠ م° ، وإذا كانت منخفضة الدهن فيمكن تخزينها حتى عام على - ٢٠ م° .
السيلاج	يخزن ٦ - ٨ شهور عند انخفاض محتواها الدهني واحتوائها على كفاية من مضادات الأكسدة .
أعلاف محببة ، تجارية ، مركزة	في الدول الباردة ، عادة تحتوي كميات عالية من مضادات الأكسدة والفيتامينات تزيد عن الاحتياجات . تخزن في ظروف جافة ونظيفة لمدة ٩ شهور أو أكثر . وفي المناطق الحارة عادة لا تحتوي مثل هذه المستويات العالية من مضادات الأكسدة والفيتامينات ، لذا تخزن ٢ - ٣ شهور فقط .

وتظهر حالات التسمم الأفلاتوكسيني في السمك في شكل تكترة كبدية ، سواء في التراوت أو القراميط ، وتخضع الأسماك وتتلون باللون الأسود قبل النفوق ، مع حدوث نزف مضاعف داخلي في الأجسام الدهنية وخلال جدر الأمعاء ، مع شعوب لون الكبد . غذيت صفار أسماك التراوت على تركيزات متدرجة (صفر - ٤ ه جزء / بليون) من الأفلاتوكسين ب لمدة ١٢ شهر ، وجد أن كل السمك بعد ٦ ، ٩ ، ١٢ شهر مصاب بسرطان الكبد والاصابة تكون أشد عند ارتفاع مستوى مركبات بروتين السمك (٤٩ ، ٥ بدلا من ٣٢ ٪) وأكثر عما لو احتوت العلائق كازين (بنفس النسب) بدلا من مركبات بروتين السمك . وفي دراسة أخرى على التراوت كذلك وجد أن الأفلاتوكسين B₁ (٢ - ٤ ه جزء / بليون) على غير المتوقع تخفض حجم الكبد معنويا حتى يظهر الورم الخبيث . ويزيد الوزن النسبي للكبد بزيادة تركيز التوكسين . أي أن تركيز ونوع البروتين يؤثر على مدى حساسية الأسماك للخواص السرطانية للأفلاتوكسين . وقد ترجع اختلافات التأثيرات بين العلائق هذه لاختلاف محتواها من الأحماض الأمينية (حمض الجلوتاميك ، بروتين ، سيستين ، ميثيونين) ، أو لاختلاف محتواها من المعادن ، أو لمتنصر مجهول في مركبات بروتين السمك ذاته ربما يوجد في الجهاز الهضمي في السمك المصنوع منه مركبات بروتين السمك (لأنه مصنوع من السمك الكامل) وله تأثير في تطوير الفراجات السرطانية .

وإضافة المركبات شبيه التركيب بالأفلاتوكسين أي اللاكتونات (حتى ولو لم تكن تسبب السرطان) مع تركيزات منخفضة من الأفلاتوكسين فإنها تشجع جدا من فعل الأفلاتوكسين وتظهر السرطانات بنسبة مضاعفة عما يسببه الأفلاتوكسين منفردا .

وجد كذلك أن **أفلاتوكسين M₁** يسبب سرطان الكبد للتراوت ، ففي دراسة على مستويات منه صفر ، ١٦٠ ، ٣٢٠ ، ٦٤٠ جزء في البليون في العليقة النقية أدت في ٢١ شهرا إلى حدوث سرطان الكبد بنسب ١/١٠٠ ، ٨٠/١٠٠ ، ٣٠٠/١٠٣ ، ٣٣٠/١٠٦ ، ٣١٠/١١٠ على الترتيب بينما أفلاتوكسين B₁ بمستوى ٤ جزء في البليون أدى إلى حدوث سرطان الكبد بنسبة ٢٥/١٠٦ أى ٣ مرات أكثرسمية عن M₁ . وتؤدي تغذية الأحماض الدهنية من النوع سيكلويد و بين مع أفلاتوكسين M₁ إلى زيادة حدوث سرطان الكبد في التراوت تماما كما حدث مع B₁ من قبل . فتغذية M₁ بمستوى ٤ جزء في البليون مع الأحماض الدهنية من النوع سيكلويد يولد أحدث ٧٠٪ سرطان كبد في ٨ شهور ، بينما التغذية على ٢٠ جزء في البليون M₁ لد ٥ - ٣٠ يوما أدت إلى حدوث سرطان الكبد بنسب ٣ - ١٢ ٪ في ١٢ شهرا .

ومن دراسات معملية وجد أن أفلاتوكسين B₁ يتم تمثيلة غذائيا في التراوت إلى **أفلاتوكسيكول** وقد وجد أن التسسم الحاد بالأفلاتوكسيكول في التراوت كان شبيها للتسسم الحاد بالأفلاتوكسين B₁ . ويتغذية التراوت على ٢٠ جزءا في البليون **أفلاتوكسين Q₁** (ناتج ميتابوليزمي في كبد الإنسان والقروء) لم تحدث أى أضرار للسسم مما يرجح أن كبد الإنسان والقروء يحاول تحويل B₁ بيولوجيا إلى Q₁ كوسيلة لإزالة سميتها لحماية الكائن من التأثير السرطاني للأفلاتوكسين B₁ .

وجد أن قرموط القناه أقل حساسية عن التراوت لأفلاتوكسين ب₁ . فيظهر القرموط تلغا بسيطا في الكبد عند تغذيته على ١٠٠ مجم / كجم وزن جسم . وهذه الجرعة العالية تعلق ٢٠٠ مرة الجرعة المحددة لتسسم شديد يصيب كبد التراوت . ولم يظهر القرموط سرطان كبد . أفلاتوكسين ب₁ سام جدا للأجنة واليرقات لسمك الزبرا ، ١٠ ميكروجرام / مل تميت الأجنة في ٧٢ ساعة ، وعكسا لذلك فإن اليرقات تموت أسرع لشدة تأثيرها عن الأجنة .

وفي دراسة على ١٣ سم فطرى على يرقات أسماك الزبرا فوجد أن ستر يجما توسيستين ، جليوتوكسين ، gliotoxin ، أفلاتوكسين ب₁ مميتة بمستوى أقل من ١ ميكروجرام / مجم ماء ؛ وكذلك فإن أفلاتوكسينات ب₂ ، ج₂ ، ج₁ ، ستيغفون stemphone ودى أستيوكسي سكيرينول ، أوكراتوكسين أ₁ ، أسبرتوكسين aspertoxin ، باتيولين كانت سامة كذلك ، إلا أن أفلاتوكسين ب₁ هيمي أسيغال ، حمض البنسلين ، جريسيو فولفين لم تكن سامة بالمستويات التي درست بها .

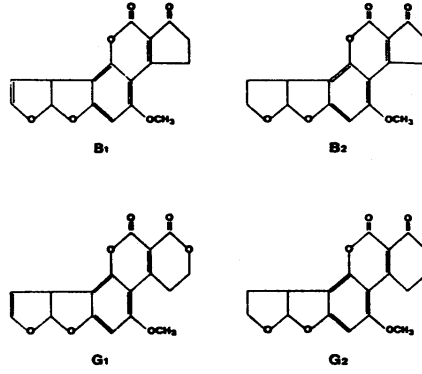
أسماك الجوبي guppy حساسة لأفلاتوكسين ب₁ فجرعة ٠.٦ مجم / ١٠٠ جم علف جاف أحدثت سرطان كبد في ٢ / ٥ في ٩ شهور و ٧ / ١١ في ١١ شهرا وهذا المستوى ١٠٠٠ مرة ضعف المطلوب لإحداث سرطان كبد في التراوت . كما أن أسماك الجوبي الاستوائية قد قتلت في تركيزات ١ : ١٠٠٠٠٠ من الكلهاسين Clavacin (مضاد حيوى من فطر *Aspergillus clavatus*) . وفي دراسة معملية وجدت أنسجة القرموط حساسة لتركيز ٠.٢٢ ميكروجرام / مل أفلاتوكسين ب₁ وكان معدل تدهور الخلايا في البيئة مرتبطا بتركيز الأفلاتوكسين . وحسبت LD₅₀ (ميكروجرام / مل) ليرقات أسماك الزبرا كالتالى : أفلاتوكسين ب₁ (٠.٤٤ - ٠.٥٨) ، أفلاتوكسين ب₂ (١٠٠) ، أفلاتوكسين ج₁

(٠,٧٥ - ٠,٨٣) ، افلاتوكسين ج٢ (٤,٢) ، استريجماتوسيسيتين (٠,٢٤) ، اسبروتوكسين (٦,٦) ،
اوكراتوكسين (١,٧) باتيولين (١٨,٠) ، ستيغفون (١,٢) ، داي اسيتوكسي سيكريبينول (٤,٨) .
جليوتوكسين (٠,٢٨) .

استخدم بيض الجمبرى لدراسة سمية افلاتوكسين ب١ فوجد أن المستوى ١ ميكرو جرام / مل وأعلى ،
تسبب نسبة نفوق أكثر من ٩٠٪ بعد ٢٤ ساعة . كما وجد أن أوكراتوكسين أ أقل ٥ مرات في سميته عن
افلاتوكسين ب١ . وكانت يرقات الجمبرى حساسة للسمية التالية وقرين كل منها كمية التوكسين بالميكرو
جرام / طيق اختبار حساسية ونسبة النفوق ٪ بين قوسين : افلاتوكسين ب١ (٢١) ٠,٢ ، ستيغفون ١٠
(٤٠) ، داي اسيتوكسي سيكريبينول ٠,٢ (٩٦) ، جليوتوكسين ٠,٢ (٧٤) ، جريسيفولفين ٢٠ (٣) ،
حمض الكوجيك ٢ (٩٢) ، لوتيسكيري ١٠ (٣) ، حمض بيتانيتروبروبيونيك ١٠ (٣٥) ، اوكراتوكسين أ
٠,٢ (١٧) ، باتيولين ١٠ (٢٠) ، حمض البنسليك ٢٠ (٢٦) ، رويراتوكسين ب١ (٩١) ، ستيغفون ٢
(٨٣) ، ت-٢ توكسين ٢ (١٠٠) ، زيارالينون ١٠ (١٨) . بينما LC50 ليرقات الجمبرى بالميكرو
جرام / مل من افلاتوكسين ج١ (١,٣) ، داي اسيتوكسي سيكريبينول (٠,٤٧) ، جليوتوكسين (٣,٢) ،
اوكراتوكسين أ (١٠,١) ، ستريجا تويسيتين (٠,٥٤) .

ولقد ذكر أن تسمم الأسماك بالافلاتوكسين يتشابه كما في التراوت والقرموط بنفس التركيزه وخارج
الكبد . وقد تظهر الأسماك المعاملة بالافلاتوكسين ب١ ج١ قبل نفوقها ضعفا وبكثرة اللون .

فالحبوب ومخلفات الفول السوداني والخضروات والفاكهة وكافة الأغذية والأعلاف تحت ظروف
مواتية ، من حرارة ورطوبة وتخزين ، تؤدي إلى الإصابة بالفطر وإنتاج الفطر لسمومه ، وتؤدي لإصابة
الإنسان والحيوان الذي يتغذى على هذه المواد السامة ، سواء لإصابتها بالفطر أو سمومه أو كلاهما .
ومعروف تسمم السمك بالافلاتوكسين aflatoxicosis منذ عام ١٩٦٣ عندما ظهر سرطان كبد غير معروف
نتيجة التغذية على كسب بنور قطن عند دخوله في علف محبب التراوت ، فقد ظهر إصابة هذا العلف
بالأفلاتوكسين . كما ظهر من التجارب العديدة باستخدام الافلاتوكسينات الملوثة والخام والمستخلص من
بيئات فطرية على القمح أنها تسبب سرطان الكبد على مدى خمسة سنوات . لكن يرجع اكتشاف سرطان
الكبد في التراوت لعام ١٩٤٣ عندما اكتشف في سمكتين تراوت في إنجلترا ، ثم في أعوام ١٩٣٧ - ١٩٤٢
انتشر سرطان كبد التراوت بشكل وبائي في مفرخات كاليفورنيا ، لكن لم يهتم بسرطان الكبد في التراوت
إلا بانتشاره بشكل وبائي في الولايات المتحدة وكثير من الدول الأوروبية بعد عام ١٩٦٠ . وقد ربط بين هذا
المرض والعليقة ، إذ يسبب العلف المحتوي على كسب بذرة قطن الملوثة بالافلاتوكسين . فبعض أسماك
التراوت تظهر سرطان كبد بعد التغذية لمدة يوم واحد على عليقة ملوثة بمقدار ٢٠ جزءا في المليون
افلاتوكسين (B₁) أو عند تغذيتها المستمرة لمدة ستة شهور على تركيز منخفض ٤,٠ جزء في المليون
افلاتوكسين (B₁) . وتزيد فرصة حدوث سرطان الكبد بزيادة تركيز الافلاتوكسين في العليقة أو بزيادة
طول فترة التغذية الملوثة . ويسهل تشخيص شذوذ الكبد بفحص التغييرات المرضية (خارجيات)



التركيب الكيماوي للأفلاتوكسينات B₁, B₂, G₁, G₂ التي تنتجها فطريات اسبرجيلس فلافس

Neoplastic changes ، إذ تتسبب الأتوية البارنشيمية وتأخذ شكلا غريبا ومتقلبا ، كما تتمدد الخلايا البارنشيمية ذاتها ربما لبعض الإعاقة في العملية الطبيعية للانقسام الخلوي . ويشير مدى الشذوذ في الخلايا البارنشيمية إلى مستوى الأفلاتوكسين في العليقة . ومن أعراض التسمم بالأفلاتوكسين كذلك في التراوت هو نمو شاذ في عدد خلايا قناة الصفراء Bile duct hyperplasia . وفي الحالات المتقدمة لا يبقى من أنسجة الكبد الطبيعية إلا حجم صغير . ويحدث نفوق التراوت ربما لقصور وظائف الكبد ، وسمية الأنسجة المكثزة ، وللنزف المصاحب للتغيرات المرضية في الأوعية الدموية .

وقد وجدت اختلافات بين سلالات التراوت لحساسيتها للتسمم بالأفلاتوكسين وحدوث سرطان الكبد . وقد وجد أن القطعان البرية أكثر حساسية للتسمم بتركيز عالي من الأفلاتوكسين عن قطعان التراوت المستأنس (في المزارع) . وأنواع السالمون الخمسة في أمريكا الشمالية غير حساسة نسبيا لسرطانية الأفلاتوكسين ، إذ غذيت نوعين من السالمون (كوهو ، شينوك) على عليقة ملوثة بالأفلاتوكسين لمدة عشرة شهور دون حدوث سرطان كبد . وفي دراسة على كل من التراوت والسالمون (كوهو) والقرموط ، وجد أن السالمون والقرموط المغذيان على عليقة تحتوي ٢٢٠ جزء / بليون أفلاتوكسين (B₁) لمدة عامين كان لهما كبد طبيعي من الناحية النسيجية ، لكن عندما غذيت على ١٠ - ١٥ مجم أفلاتوكسين (B₁) / كجم وزن جسم ظهر التسمم الأفلاتوكسيني في ظرف ٢١ - ٢٨ يوما ، وشخصت حالة التسمم الحاد هذه

باستسقاء عامة في الخياشيم مع زيادة تراكم دم hyperaemia الأوعية الفرعية ، واختلفت الصورة المرضية للكبد حسب جرعة التوكسين من التهاب كبدي بسيط ومجاميع متفرقة من الخلايا الكبدية التي لها أنوية شاذة ، إلى أعراض تسمم شديدة وتكرزة الكبد مع حدوث أو عدم حدوث تجمع دموي hyperaemia وطلخ نزفية haemorrhagic maculata . والجرعة المستمرة في الحالات المزمنة Chronic تؤدي إلى سرطان كبد مؤكد . كما يتحرف موقع بعض الأعضاء الحشوية نتيجة تمدد الكبد . وعادة يؤدي التليف والتكرزة والهدم والأنزفة الداخلية ذات التأثير النكروزي الانسدادي infarctive كلها تقلل من التجويف البطني وتحوله إلى كتلة سائلة من الدم وحطام الأنسجة غالبا مع التصاقات شديدة بالفلبيرين . ورغم هذه الأعراض للسرطان الكبدي الشديد فقد عاشت بها بعض الأسماك حتى عمر ٥ - ٦ سنوات .

وتؤدي الأوكراتوكسين إلى تلف كل من الكبد والكلى في السمك . وجد أن LD50 من أوكراتوكسين A في التراوت بالحقن في البريتون تبلغ ٤,٦٧ مجم / كجم بينما حقن أوكراتوكسين B بمستوى ٦٦,٧ مجم / كجم لم تكن مميتة لكن أظهرت تغييرات مرضية في الكبد والكلى تشبه التي يحدثها أوكراتوكسين ١ . ولم يكن أي من مشتقات الأوكراتوكسينات (مشتقات دي هيدروايزوكيمارين) سامة للتراوت بمستويات ٢٨,٧ مجم / كجم كما لم تظهر أعراض مرضية منها مما يشجع على اقتراح تمثيل أوكراتوكسين ١ ب . إلى نواتجها الذاتية في الماء (دي هيدروايزوكيمارين) فيخرجها مع وسائل الإخراج . ومن دراسة معملية وجد أن أوكراتوكسين ب يتم تحلله بسرعة ٦ - ٧ مرات أسرع من أوكراتوكسين ١ وهذا قد يكون السبب في اختلاف درجة سميتها .

أما الجرعة LD50 في البريتون لايشيل استراوكراتوكسينات ١ ، ب كانت ٣ ، ١٢ مجم / كجم ووزن جسم على الترتيب . والمشتقات الأخرى (ايثيل استردي هيدروايزوكيمارين ، اللاتين والليوسين شبيهها أوكراتوكسين ١) فلم تكن مميتة . التغذية لمدة طويلة للتراوت على أوكراتوكسين ١ في طليقة شبة نقية بمستوى ١ ، ٢ ، ٤ جزء في المليون لم تسبب أي سرطان كبد أو كلى .

وجد أن الاستروجينات سميته مميت ليرقات أسماك الزيرا بمستوى أقل من ١ ميكرو جرام / مجم ماء ، وأن الجرعة نصف المميتة LD50 تبلغ ٠,٢٤ ميكرو جرام / مل لمدة ٢٤ ساعة (دليل السمية = الجرعة نصف المميتة × مدة التعرض) .

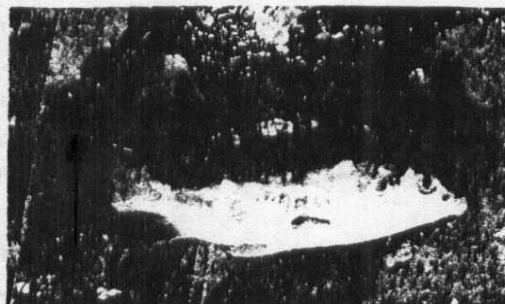
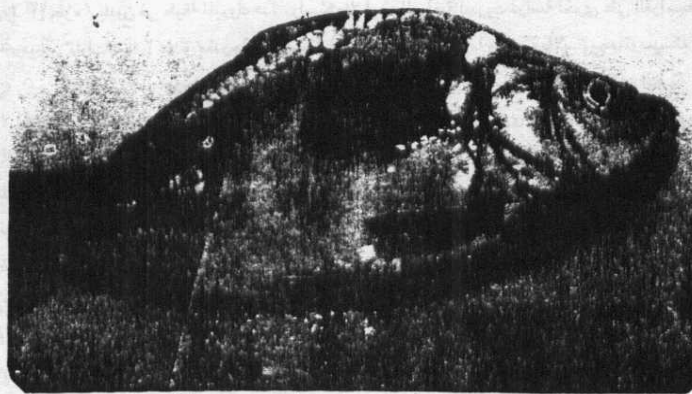
بتغذية إصبيغيات المبروك العادي على علائق ملوثة بالسم الفطري ستريجما توسيستين (صفر - ١٢٥٠ جزء / بليون) لمدة ٣ أسابيع ، انخفض معدل النمو ، كما انخفض محتوى بروتين العضلات ، وزادت نسبة النفق ، كما زادت نشاطات إنزيمات الترانس اميناز في السيرم ، وارتفعت محتويات العضلات من المادة الجافة والدهون ، وظهرت أعراض مرضية ، وكانت كل هذه التغييرات مرتبطة شدتها بتركيز التوكسين . وبجانب ذلك انخفض تركيز فيتامين (ج) في العضلات ، وشملت الأمراض المرضية نقص

الاستفادة من الأوكسجين الذائب في الماء (رغم ارتفاع محتواه في الماء وانخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون) أي حالة اختناق Anoxia مما قد يكون له الأثر على وظيفة كرات الدم الحمراء وقصور في القلب لنقل كرات الدم الحمراء المحملة بالأوكسجين للخلايا ، كما ظهر تآكل في الزعانف ، وتزعج للقشور ، وبون الجلد إلى اللون الأسود على الجانبين ، ونزيف من الخياشيم والقلب والشرج والمصدر والتجويف البطنى وفي الجهاز الهضمى ، مع تقرح المعدة ، وشحوب لون الكبد وتهتك ، وتضخم الطحال . وقدرت LD50 فكانت ١٣٦/٨ جزء / بليون في عليقة المبروك هذا . واستكمالا لهذه الدراسة أجريت دراسة أخرى على القراميط الصغيرة تناولت فيها ٣ علائق متدرجة البروتين (٢٠ ، ٤٠ ، ٧٠ ٪) إما ملوثة بالاستريجماتوسيسين ٥٠ - ٢٠٠ جزء / بليون (أو غير ملوثة لمدة ثلاثة شهور ، فثبتت زيادة معدل النمو بزيادة مستوى بروتين العليقة ، إلا أن وجد التوكسين يثبط من الزيادة في معدل النمو مقارنة بنفس مستوى البروتين في العلائق غير الملوثة ، وازيادة مستوى البروتين تخفف من التأثير السالب للتوكسين على حيوية ونمو السمك ، ومقارنة داخل نفس مستوى البروتين الغذائى وجد أن التلوث بالتوكسين يؤثر سلبا على محتوى العضلات من الدهون والرماد وفيتامين (ج) ويخفض بروتين العضلات (غير ممتلئ) . وازيادة بروتين العليقة صاحبها انخفاض تدريجى في دهن وطاقة والمادة الجافة للعضلات بينما يزيد محتواها من البروتين والرماد وفيتامين (ج) . وازيادة بروتين العليقة الملوثة ينخفض المتبقى في عضلات السمك من التوكسين المتراكم بها (من ٣٨٥ إلى ٢٦٠ إلى ٥٠٦ جزء / بليون للسمك المغذى على ٢٠ ، ٤٠ ، ٧٠ ٪ بروتين على الترتيب) . أى أن زيادة مستوى بروتين العليقة قد تكون مفيدة جدا في خفض تراكم التوكسين في عضلات السمك المغذى على علائق ملوثة .

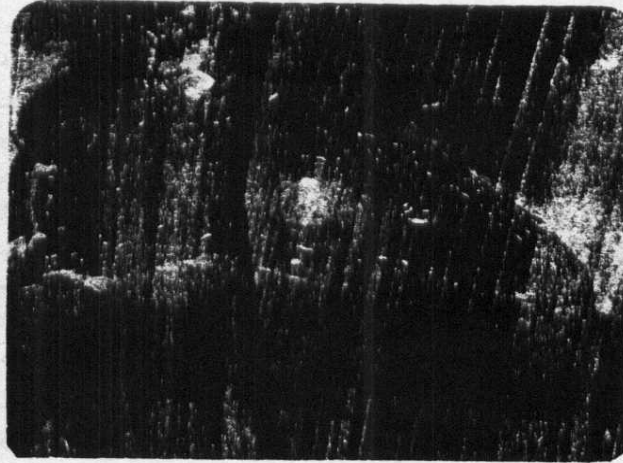
يزيد النفوق في السمك المغذى على بروتين منخفض وخاصة على العلائق الملوثة ربما لتلف الخياشيم أو تلف ميكائزم استخدام الهيموجلوبين لعدم مقدرة الاستفادة من الأوكسجين .

وتظهر الصفة التشريحية للسمك النافق تلون بلون أزرق لسطح التجويف البطنى والكبد والكلى والمعدة والأمعاء ، احتقان القناة الهضمية ، تضخم القلب والكلى ، نزيف حول القلب . والأسماك التى تحملت التوكسين وظلت حية أظهرت عند فتحها نكزة الكبد والمعدة ، احتقان الكلى والمبايض والجهاز الهضمى ، ضمور كيس الصفراء ، تضخم القلب والمعدة ، يقع نزفية على مخاطية الأمعاء نزف الكلى ، تهتك القلب والكلى .

وعموما فإن المبروك أقل مقاومة للاستريجماتوسيسين عن القراميط لذا لم تحتل أسماك المبروك وزادت نسبة نفوقها بسرعة مما لم يدع فرصة لتراكم التوكسين في عضلاتها ، لكن القراميط احتملت نسبة تلوث بالتوكسين بلغت ٢٥٠ جزء / بليون خاصة عند ارتفاع (٤٠ ، ٧٠ ٪) بروتين علائقها ، فظهرت نفوقا أقل . لذلك ينبغي خلو علائق السمك من الفطريات ، وأن تكون جافة ولا تطول فترة تخزينها عن ٤ - ٦ أسابيع لتجنب وجود السموم الفطرية لتجنب التأثيرات السيئة على نمو السمك ومرغبه ونفوقه وتراكم التوكسين في عضلاته بما يهدد صحة الإنسان .



تلون سطح الجلد بلون أسود بعد التغذية الملوثة بالاستريجماتوسيسينين
للدهبروك



نكرزة معدة القراميط المغذاة على طلف ملوث بالإستريجماتوسيسيتين
(٢٥٠ جزء/مليون) رغم ارتفاع بروتين الملية (٧٠ ٪)



تلف الخياشيم واحتقان الجهاز الهضمي وتلف القلب ونزف في أسنانه المبروك
المغذى على طلف ملوث بالسسم الطوري إستريجماتوسيسيتين

بعض الأعلاف السامة للسماك :

مجرد نقص بعض الأحماض الأمينية (كالأحماض الأمينية الكبريتية في المصادر البروتينية النباتية ومسحوق اللحم) يثبط نمو الأسماك ، كما أن بعض البذور البقوية تحتوي على مواد سامة أو مثبطة (مثل مثبطات إنزيم التربسين في الفول البلدى والفول الصويا ، مجلطات كرات الدم الحمراء في البقوليات ، المواد الجويتريية في فول الصويا وكسب الفول السوداني ، مثبطات الفيتامينات في الفول) . إضافة إلى التسمم السيانيدي الناشئ من نباتات الذرة السكرية والكاسافا وكسب الكتان والفول . كما توجد نباتات أخرى سامة كالليوكينا leucaena والميموزا Mimosa التي تحتوي على حمض أميني حلقى (ميموزين Mimosine) السام للسماك وكل هذه المواد يمكن التغلب على آثارها بالمعاملات الحرارية لهذه البذور والنباتات .

مسحوق السمك لوزاد محتواه من الأملاح (عن ٢٪) سبب التهاب أمعاء وقد يحتوي مسحوق السمك على شوائب كالرمل وغيره ، وتجفيفه شمسيا ينمى عليه السالمونيلا . الأعشاب البحرية تفصل لخفض محتواها من الرمد وزيادة طاقتها ، ولاتزيد الأعشاب البحرية المفسولة الجافة في علائق الأسماك عن ٥٪ ولا تأثرت معدلات النمو والكفاءة الغذائية .

مخلفات المجازر abattoir wastes ومسحوق اللحوم إن لم تكن من حيوانات سليمة فإنها تنتشر الأمراض المعدية ، والطهي يحطم الفيتامينات ويجعل البروتينات صعبة الهضم ، فالمساحيق المعرضة لحرارة عالية حتى ١٨٠°م لا يمكن تمثيلها بواسطة الأسماك . اللحم الطازج يؤدي إلى التهاب الأمعاء مع رداة لحوم الأسماك وكثرة خروج الروث مما يثخن الحوض السمكي ، لذا يخلط اللحم مع مواد مالئة ، ويخفض محتواه في العليقة قبل تسويق السمك بشهر .

الفصل الثانى أمراض الرعاية والإدارة (البيئة)

يعانى السمك من ضعف من ضعف مرجعها تغيير الأحواض أو الاختناق (لنقص ٢١) أو الصيد أو التداول أو النقل أو الحقن بالهرمونات أو المحلول الملحي أو الصدمات الحرارية أو التخدير أو اليقظة بعد التخدير أو السباحة الاجبارية أو النقل لأقفاس صغيرة أو مزاجة وعقب هذه المعاناة قد يرتفع مستوى الجلوكوز فى الدم وقتيا أو يزيد مستوى الكورتيزول فى السيرم وتختلف سرعة تجلط الدم بالزيادة أو النقصان (حسب نوع المعاناة) وغير ذلك من تغييرات فى الدم ومكوناته سواء هرمونية أو معدنية أو عضوية أخرى مما يؤثر فى اسموزيته .

ترجع أسباب نفوق السمك والزريعة عند النقل لعدة أسباب منها :

- ١ - فقر الدم والأنسجة للأوكسجين .
- ٢ - زيادة النشاط والإجهاد .
- ٣ - تراكم السموم فى ماء النقل .
- ٤ - الأمراض التى تصادف النقل .
- ٥ - الجروح الطبيعية .

وليس معنى وفرة الأوكسجين الذائب فى الماء أن السمك قادر على الاستفادة منه ، إذ أن تراكم كميات كبيرة من ثانى أوكسيد الكربون والأمونيا الناتجان من الميتابوليزم والهدم البكتيرى لليوريا والمخلفات الأزوتية الأخرى والسمك النافق وغيرها تضر بقدرة الهيموجلوبين على الارتباط بالأوكسجين .

وقد سجلت معدلات نفوق عالية ترجع للضغط البيئية من حرارة وملوحة وتلوث فى كثير من دول العالم خاصة فى جنوب الولايات المتحدة وإسرائيل وشمال سيناء . وتظهر الأسماك النافقة عادة بقع حمراء على سطحها نتيجة تحرير هيموجلوبين بسبب أى ضغط ولو بسيطة .

فحدث اضطراب للسمك يئى إلى تحرير هيموجلوبين إلى مخاطية الجلد ، ويلاحظ ذلك بسرعة وببساطة بتغيير اللون فى شرائط اختبار الهيموجلوبين المتوافرة تجاريا . ويجراء هذا الاختبار على البورى

وسمك اللبن وسمك العظم وسمك البياض وسمك الفراشة اتضح أن الأسماك غير المضطربة والتي لاتعاني من أى ضغوط لاتظهر هيموجلوبين فى مخاطية جلدها ، لكن فى وجود أى ضغوط تظهر الصبغة فى خلال ٢ - ٤ دقائق بكميات كبيرة ، وتم التأكد بالدراسات الإضافية أن هذه الصبغة كانت هيموجلوبين وليس أى ملوثات أخرى . وهذا الاختبار بسيط وغير ضار بالسمك ويمكن من سرعة الكشف المبكر عن الضغوط لتلاشيها أو خفض اثارها لتجنب الأمراض والعواقب ، كما يمكن استخدام هذا التكتيك للتعريف على الأفراد ذات المقدرة الوراثية الأفضل لمقاومة الأمراض .

تؤدى الضغوط إلى تركيز الدم ، ورفع لكتات الدم ، وزيادة تركيز السكر ، وتخفيف من الاتزان الألكترولى فى البلازما لأسماك الكراكي فى الماء الشروب والماء العذب بعد شهر صيام . وقد كان جلوكوز الدم فى سمك الماء العذب ضعف تركيزه فى سمك الماء الشروب ، صوديوم وماغنسيوم بلازما سمك الماء الشروب كانت أعلى معنويا ، الهيماتوكريت والهيموجلوبين وحمض اللاكتيك فى الدم أعلى للسمك فى الماء العذب . عادت قيم الهيموجلوبين فى سمك الماء العذب إلى المستوى الطبيعى بعد ٤ ساعات وفى سمك الماء الشروب بعد ١٢ ساعة (بعد عمل مضايقة أو ضغط بسمك السمك ٥ ، ١٠ دقيقة) بينما الجلوكوز يعود لمستواه الطبيعى بعد يومين .

تشكل تجارب التغذية العملية ضغوطا حادة (مسك السمك وتزغيطه) ومزمنة (زحمة رحبس) على الأسماك ، وهذه الضغوط تؤدى إلى تغيرات فسيولوجية كثيرة منها زيادة جلوكوز الدم ، وزيادة لكتات الدم والعضلات ، زيادة كوريتزول السيرم ، زيادة إفراز مخاط الجلد ، وزيادة استهلاك الأوكسجين ، حالة هبوط فى القلب bradycardia ، نقص تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم ، نقص تخليق البروتين فى الدم وهرمون T4 . وتوقف شدة واستمرار التأثير على نوع السمك وحالته الغذائية وشدة الضغوط وحرارة الماء .

وقد وجد أن التغذية الإيجابية (التزغيط) تخفف زمن تفريغ المعدة للنصف عنه فى التغذية الاختيارية ، كما تؤدى الضغوط إلى طراوة وتقلص وشفافية المعدة ، وتضمر الطلائية المخاطية للمعدة ، كما تتدهور الغدد المعدية ، وتتأثر كذلك استهلاك الغذاء وتفرقة فى الأسماك الواقعة تحت ضغوط . لذلك ينبغى تجنب مصادر الضغوط على السمك ويسمح لها بالتأقلم على الظروف التجريبية قبل بدأ الحصول على بيانات منها . ومن مشاكل رعاية الأسماك فى أحواض تجريبية ظهور غش الذيل ، تهدل الزعانف ، وعراك السمك .

رغم أن المشاكل المرضية تزيد بزيادة كثافة التخزين فإن نظام مزارع التانكات tanks والمجارى المائية raceways يقدم عديد من المزايا عن مزارع الأحواض ponds بالنسبة لمراقبة الطفيليات والأمراض ، إذ أن الأسماك يسهل رؤيتها فيمكن اكتشاف مشاكل الأمراض والطفيليات ، كما قد يضطر المربي لاستخدام عقاقير مكلفة فى العشائر عالية الكثافة فيمكن بسهولة تطبيق الطرق المناعية لنظام الكثافة العالية وتعويض الماء بزيل الكائنات المرضية من التلك .

فبالأسماك ليس لديها إمكانية التحكم في درجة حرارة أجسامها التي تتغير بتغيرات حرارة البيئة ، فزيادة درجة الحرارة تزيد التمثيل الغذائي فيزيد استهلاك الأوكسجين والحيوية ، وعليه تزيد منتجات الأمونيا وثاني أكسيد الكربون . كما أن ملوحة الماء تؤثر على التحكم في الضغط الأسموزي للسمك ، ومن ثم تؤثر على الانتزاع الأيوني في السمك . وكل من درجة الحرارة والملوحة يؤثران على السلوك الغذائي من استهلاك علف ومعامل تحويله ، وكذلك يؤثران على النمو . علاوة على أن هذه المؤثرات البيئية تكون ضغوبها تؤدي إلى زيادة تعرض الأسماك للعدوى الطفيليات ، وتخفض من المقاومة للأمراض . والتغيير المفاجئ في الحرارة والمليحة عادة تكون أخطر من التغيير التدريجي أو الموسمي .

كما أن الانخفاض المفاجئ في درجة حرارة المياه (كما في الرياح الموسمية) تؤدي إلى لسعة برد يظهر لون الجلد لبني ، وبعدها يتساقط هذا الجلد . وتعمم الأسماك في حركات متراخية وهذا يظهر على سمك اللين وعلى مبرك الحشائش الذي أظهر كذلك خياشيم بيضاء مسدودة بالمخاط نتيجة لسعة البرد .

كما أن اختلافات درجات الحرارة تؤثر بشدة على السمك وتحتمل الأسماك تباين في درجات الحرارة ما بين $10 - 12^{\circ}\text{C}$ لكن تدريجيا ويحذر من انخفاض حرارة الماء عن 10°C لليلتي . وهناك عموما أنواع أكثر تحملا عن أنواع أخرى . لذا يجب معرفة إذا ما كان هناك اختلاف كبير من عدمه ، مع ضرورة فهم العوامل المؤثرة والمتحكمة في الحرارة والملوحة .

فكلما ازدادت حرارة الجو ازدادت كمية الحرارة التي يستقبلها سطح الماء ، والأكثر تأثيرا هي الأشعة الحمراء وتحت الحمراء التي تمتص تماما في أول متر أو مترين من عمود الماء ، وإذا لم يوجد خلط في الماء فإن درجة الحرارة تنخفض بزيادة عمق الماء . وتتأثر كثافة الماء العذب بدرجات حرارته . وفي الماء العذب الساكن (still) lentic كما في البحيرات والخزانات توجد طبقات حرارية لطبقات الماء ، فالأعلى الدافئ الأقل كثافة هو الماء السطحي epilimnion يعلو طبقة الماء الأبرد والأكثر كثافة hypolimnion . والبحيرات الضحلة لا تتميز بالتدرج الطبقي هذا مطلقا أو ربما يحدث ذلك لوقت قصير (عدة أيام) ثم تعود بلا تمييز طبقات حرارية في الماء ويطلق عليها بحيرات متعددة النظم Polymictic lakes وهي متواجده في المناطق الاستوائية والمعتدلة على حد سواء . وقد يحدث انقلاب للماء من القمة للقاع holomictic في كثير من بحيرات العالم ، أو يحدث ذلك مرتان في بعض المناطق شبه الاستوائية ، أو يحدث خلط جزئي فقط meromictic في البحيرات العميقة جدا . وفي المياه المالحة تتباين درجات الحرارة باختلاف المسافة والعمق وتتأثر تماما بالملوحة . تختلف ملوحة ماء البحر ما بين 32 و 40 في الألف ، وتتأثر في الماء المفتوح بالتبخير والترسيب . ففي المناطق العميقة يعتمد ثبات عمود الماء على هياج المد والجزر tidal turbulence وعمق عمود الماء . يحدث تدرج طبقي مثالي في المياه العميقة بانخفاض سرعة المد والجزر . بينما في المناطق الساحلية التي غالبا ما تزرع بالأقفاص السمكية ، فإنها تتأثر بشدة بما ينبعث من الأرض . ولما كانت كثافة المياه تقدر بملوحة وحرارة المياه ، فإن خلط الماء الوارد من الأرض بماء البحر يحتاج طاقة ، وتتوقف درجة خلط الماء العذب بالماء المالح على حجم الماء العذب وطاقة الخلط (التي يحددها المد والجزر

والرياح) . وعليه فعند مصبات الأنهار (اختلاط الماء العذب بالمالح) يتوقع وجود تغييرات شديدة فى الحرارة والملوحة مرتبطة بالعمق فى هذه البيئة . وهذه التغييرات تتوقف كذلك على هندسة الأرض ، فقد يوجد طبقات (٢ - ٣) متباينة الملوحة ، أو لاتوجد ، ويكون مصب الماء جيد الخلط ، أو يكون التدرج الطبقي ضعيفا ، وتزيد الملوحة أجزاء قليلة فى الألف بزيادة العمق .

كلما كانت درجة الحرارة ملائمة للسماك تزداد نسبة الغذاء بالنسبة لوزن السمك كما يزداد عدد أيام التغذية فى الأسبوع ، وعلى العكس لو أنخفضت أو زادت درجة حرارة الماء عن المدى المناسب للسمك تنخفض نسبة التغذية وعدد أيام التغذية فى الأسبوع . ويزيادة مستوى بروتين الطليقة تنخفض نسبة الغذاء اليومى بالنسبة لوزن السمك ، إذ أن زيادة التغذية تؤدي إلى دهنة الكبد وخطورتها . وفى حالة مرض السمك تنخفض كميات العلف إلى الثلث حتى يقف فقد السمك ويشفى . انخفاض الحرارة إلى ١١° م للبلطي الموزامبيقى يؤدي إلى فشل كلوى وزيادة نفاذية الماء وحدوث غيبوبه نتيجة الضغط الاسموزى . فالبلطي يعاني من اضطرابات فى تنظيم اسموزيته على الحرارة العالية والمنخفضة . وارتفاع الحرارة يرتفع معدل الميتابوليزم حتى تؤدي denaturation إلى النفوق .

الامراض البيئية : Environmental diseases

بعض الأسماك أكثر حساسية عن غيرها لنقص خواص الجودة الطبيعية والكيمائية للماء مثل نقص الأوكسجين مثلا . ونقص الأوكسجين شديد الخطوره على السمك فتموت الأسماك مختنقة بقم مفتوح مع ارتفاع غطاء الخياشيم وخياشيم متباعدة . يؤدي نقص الأوكسجين hypoxia إلى خفوط على الأسماك فيختلف محتواها من الهيموجلوبين وحمض اللاكتيك والجلوكوز فى الدم للقراميط المعرضة لمستوى أوكسجين أقل من المميت عن قيم المقارنة .

يؤدي التعرض للحرارة إلى نقص استهلاك الخياشيم من الأوكسجين بدرجة تتوقف على شدة المموضة ، إذ يؤدي الوسط الدافئ إلى اضرار فى تركيب الخياشيم (للتراوت) ويشجع إنتاج المخاط ، فيؤدي زيادة إنتاج المخاط إلى نقص قدره الخياشيم على نقل الأوكسجين لزيادة مسافة الانتشار ويمنع التهوية لمسطح التنفس ويزيادة الاستفادة الحقيقية من الأوكسجين بالنسبة للخياشيم .

حالة فوق التشبع بالأوكسجين فى الماء تسبب موت السمك (شلبة البحر الأحمر - زريعة) إذا كانت فقاعات غاز ٢١ تمرقل الجهاز الهضمي .

ويوجد ارتباطا بين محتوى الماء من ثاني أوكسيد الكربون الذائب وحدوث تكلس الكللى nephrocalcinosis الذى يحدث فى الأسماك بنسبة ١٠٠٪ إذا كان تركيز ك ٢١ الذائب ٥٠ مجم / لتر . وتحدث هذه الحالة المرضية كذلك بزيادة كثافة السمك (٢٠ - ٣٥ كجم / ٣م^٣ فصاعدا) وزيادة التشبع بالأوكسجين واستخدام الماء الأرضي فى المزارع السمكية السيلو (برج) silo culture . وقد يؤدي ارتفاع تركيز ثاني أوكسيد الكربون فى الماء كذلك إلى زيادة القدرة التنظيمية لدم وزيادة النسبة الحجمية

لجسيمات الدم وكرات الدم الحمراء وكلور كرات الدم الحمراء وتتغير صورة الدم باستمرار التعرض للزيادة من هذا الغاز الذائب في الماء .

وجد أن النيتروجين الأمونيومي يشكل ٧٥ - ٨٥ ٪ من النيتروجين الخارج من أسماك موسى الصغيرة قبل التغذية ، يزيد معدل الإخراج بزيادة درجة الحرارة وفي النسبة لوزن الجسم الميتابوليزمي (و ٢٠١٧) . وبعد التغذية تزيد معدلات الإخراج ٢ - ١١ مرة قدر المعدل قبل التغذية ، ويزيد التأثير بزيادة العليقة والنيتروجين الممتص .

قد تنشأ أمراض للسماك نتيجة عوامل حموضة أو قلوية المياه ، ففي المياه الحامضية تظهر أعراض مثل العم البطني وأذى الجلد وتشوه لون الخياشيم ، والسماك الضعيف تواجهه الفطريات وطفيليات الجلد . ويانخفاض رقم حموضة الماء تدريجيا يصير ساما لمعظم الأسماك في الأحواض فمن رقم حموضة ٥ تبدأ حالات النفوق وتغطي الأسماك طبقة بيضاء ويفرز كمية كبيرة من المخاط وتحول أطراف الخياشيم للون بني وتخفض بعض الأسماك من حركتها والبعض الآخر يموت قرب الجسور وإذا كان الماء غنيا بالحديد ففي هذا الوسط الحامضي يكون الحديد غرويا يستقر على الخياشيم ويسبب انقراض أو يستحيل فيزيد ضرر حموضة الماء . ففي حموضة الماء بداية من رقم حموضة ٥ ، ه بدون انتظار تنثر ١/٢ طن كرياتون كالسيوم / هكتار .

كما أن الماء القلوي أعلى من رقم حموضة ٩ يعتبر خطرا على السمك وهذا ينتج من التلوث وفي التانكات الخرسانة إذا كانت الخرسانة حديثة ، وقد تعقب توزيع الجير الحي أو نتيجة إزالة تكلس بيولوجية ينتج عنها تحرر جير خاصة في شدة الشمس ووجود نباتات غاطسة . فتحترق الخياشيم وتعاني الزعانف . ويتجنب إزالة الكالسيوم البيولوجية بالتجيير السابق والتحكم في النوات النباتية بخفضها . وتعمل انخفاض pH إلى فقد الشهية وبالتالي انخفاض الإنتاج السمكي . وتموت الأسماك على pH ٥ ، ه خاصة بزيادة مستوى الحديد في الماء عن ٩ ، ٠ جزء / مليون وذلك لتخزين الحديد في صورة هيدروكسيد على الخياشيم التي يرتفع فيها pH لخروج الأمونيا .

ويحدث النفوق بنسبة ١٠٠ ٪ في بلطي جراهام على pH أقل من ٣ ، ه أو أعلى من ١٢ في ظرف ٢ - ٦ ساعات رغم أن هذه السلالة من السلالات المقاومة . زيادة مدة التعرض (٣ شهور) لبيئة حامضية (pH 4.8) في مياه عذبة لأسماك التراوت أدت إلى فقد الصوديوم والكلور ، وتعود مستوياتهما للحدود الطبيعية بعد ٣٠ - ٥٢ يوما نتيجة أتران جديد ، ويظل ميزان البوتاسيوم سالبا وميزان الكالسيوم محايدا ، ولم يحدث اضطراب في معدل الحموضة / قلوية ، وإن زاد إخراج الأمونيا بمرور الوقت وزادت مستويات العضلات من الكالسيوم بيند البوتاسيوم والصوديوم والكلور انخفض . وانخفض صوديوم وكلور وأسماوزية البلازما ، وزادت بروتينات وجليكويز البلازما وهيملوجلوبين الدم خلال الأسابيع الأولى من التعرض للحموضة ، ولم تختلف تركيزات بوتاسيوم وكالسيوم البلازما . وحدث ثبات عام لمقاييس البلازما بثبات معدل تدفق الصوديوم والكلور ، لكن لم يحدث شفاء لمستويات المقارنة لأي منهما .

وزيادة الأيونات والقلوية مع إنخفاض الأوكسجين تؤدي إلى زيادة نفوق البلطي . وارتفاع القلوية

يؤدي إلى عتامة قرنية البلطي وزيادة الإحساس بالضغط الحراري وعموما فالبلطي له قوة احتمال عالية للقلوية مما لا يجعل لها تأثيرا على أسماك المزارع .

تؤثر الملوحة وتركيز المغذيات على نمو الهوائ النباتية وتركيبها البيوكيميائي فالملوحة ما بين ١٥ - ٣٥ جزءا في الألف مع تركيزات نترات أمونيوم ٢ - ٨ مل مواري تؤدي إلى مضاعفة الإنتاج اليومي من Igalbana ، مع أقصى كثافة خلوية تبلغ ٢٠ × ٦٠ خلية / مل ، وأقصى قيمة للكوروفيل $chl a$ على هذه الظروف ، وبلغ إنتاج البروتين في البيئة ٣٨٧ ميكرو جرام / مل ، وأقصى كمية بروتين / خلية تحقق على هذه الظروف .

وفي دراسة نفاذية الماء الأسمنزي لخياشيم ثعيان السمك في أثناء الهجرة ، وجد أن نفاذية الماء تزيد تدريجيا في الانتقال للماء المالح وتصل أقصاها بعد أسبوعين ، وتنخفض نفاذية الماء العذب في الخياشيم عادة في ظرف ٣ ساعات بعد الانتقال من الماء المالح إلى الماء العذب .

وجد أن مختلف طفيليات الماء العذب والماء المالح ^{كالمحار} تتل (سمنويا في الماء الشروب Brackish وأن الطفيليات الداخلية للماء المالح في الماء الشروب تحدد حسب تحمل عوائلها hosts للملوحة ، وأن معظم أنواع الطفيليات تحمل الملوحة أكثر من عوائلها (السمك) . الطفيليات في أمعاء السمك يبدو أنها لا تتأثر بتغيرات الملوحة للماء لأن الأسمنزية في الأمعاء تظل تقريبا ثابتة . زيادة الحرارة تزيد تأثير الملحة على الطفيليات . الطفيليات الخارجية ectoparasites لا تنمو في مدى ٧ - ٢٠ في الألف ملوحة .

وبالنسبة لملوحة البحر ، فإن سحب ماء البحر لتحليلته (كما في دول الخليج) يؤدي إلى خفض عشاري البلانكتون والأسماك وتغيير المحتوى الأوكسجيني (لانخفاض أوكسجين ماء الصرف من وحدات التحلية) إضافة للتغيرات الحرارية وزيادة ملوحة ماء الصرف فتزيد ملوحة ماء البحر علاوة على تلوثه كيميائيا (من أثر الكيماويات المستخدمة ، والعناصر الفلورية من الصدا ، وفلورا ميكروبية من وحدات التحلية لتراكم المواد العضوية على سطوح أغشية الفلاتر (المرشحات) ، وعناصر ثقيلة) فتزيد نسبة النفوق .

الأمونيا غير المتأينة (NH_3) سامة للسمك إذا وصل تركيزها للتركيز المنخفض لتركيز الأوكسجين الذائب . وتزيد هذه الأمونيا بزيادة درجة الحرارة ودرجة تركيز أيون الهيدروجين . والمستوى السام من الأمونيا غير المتأينة يتراوح ما بين ٠.٦ - ٢.٠ مجم / لتر لفترة تعرض بسيطة وزن تحملت زريعة وإصبعيات مبروك الحشائش حتى ٣.٨ جزء في المليون أمونيا حرة . إطالة فترة التعرض للأمونيا تضر بالنمو وتلف الخياشيم . وللمزارع المكلفة يفضل مستوى أقل من ٠.٠٥ مجم أمونيا / لتر .

زيادة الأمونيا في الماء تؤثر على التنظيم الأسمنزي للأسماك في المياه العذبة ، إذ يزداد إخراج البول حوالي ٦ أضعاف المعدل الطبيعي ، مما يجهد الكلى . كما تؤدي إلى تحطيم الخياشيم ، وتقلل من قدرة الدم على حمل الأوكسجين .

تخرج الأسماك الأمونيا واليوريا والأمينات أساسا من الخياشيم بينما تخرج الكرياتين والكرياتينين

وحمض اليوريك من الكلى .

وترجع ميكانيكية تسمم الأمونيا في السمك للخطوات التالية :

- ١ - تخفض pH الدم .
 - ٢ - تخفض إخراج الأمونيا .
 - ٣ - تزيد تدفق البول وتجهد الكلى ويفقد كلوريد الصوديوم والجلوكوز والبروتين والأحماض الأمينية .
 - ٤ - تقل قدرة السمك على نقل الأوكسجين إلى الأنسجة وتلف الخياشيم ويقل أوكسجين الدم لانخفاض pH الدم ، ويزيد الطلب على الأوكسجين ، ويحدث تلف نسيجي في كرات الدم الحمراء والأنسجة المنتجة لها .
 - ٥ - تغيرات نسيجية في الكلى والكبد والطحال والغدة الدرقية وفي مكونات الدم .
 - ٦ - زيادة عرضة السمك للأمراض وظهور مرض الكيس الأزرق Blue - sac disease .
- وضرر العكارة على البيئة في حجب الضوء وتسبب ضرراً ميكانيكياً للأسماك وتخفيض من الأوكسجين وتزيد الأمراض الفطرية وتخفيض من إنتاج الفيتوبلانكتون .
- أما العكارة الناشئة من الفيتوبلانكتون فهي مفضلة لنمو الأسماك . وعموماً فإن البلطي الموزامبيقي أكثر تحملاً للعكارة فيتم أفضل فيها عن البلطي الرندالي .
- إلا أنه بزيادة العكارة عن ١٣,٠٠٠ جزء في المليون يلاحظ أوديم الخياشيم لزيادة حجم الجزيئات العالقة فيعرضها للأمراض الفطرية . وهذا يحتم أهمية تحليل التربة قبل اختيارها لعمل المزارع فبعض أنواع التربة كالغنية بالبنتونيت (سليكات المونيم مائية) تمنع امتصاص الغذاء لنزاعها الكولين من الغذاء في أثناء الهضم فلا تهضم الأسماك الغذاء المحتوي على البنتونيت . وفي الأحواض الطينية تفضل الأسماك وحيدة الجنس عن ثنائية الجنس وعليه فالأرضية الرمل تقلل من تعليق الطين فيزيد استهلاك الغذاء ويزيد الإنتاج بالتالي أي أن تقليل العكارة يزيد إنتاج السمك .
- وتؤثر الطبيعة الكيميائية للماء وخاصة الملوحة في العكارة من خلال تأثيرها على الترسيب . ورغم أن المواد الصلبة العالقة قد تسبب كثيراً من المشاكل للأنظمة المائية ، إلا أن تأثيراتها المباشرة أساسية في أقفاص السمك وذات أهمية لمزارعي السمك في أقفاص . وزيادة مستوى المواد الصلبة العالقة تؤدي إلى تلف الخياشيم إذ تؤدي إلى زيادة سمك وانقسام الأنسجة الطلائية للخياشيم . ويزيادة تلف الخياشيم تموت الأسماك ، وتتوقف معدلات النفوق على نوع السمك وطبيعة المواد العالقة . وكلما زادت أحجام الجزيئات زادت صلابتها وحدتها وزادت إمكانية إتلافها لأنسجة الخياشيم . كما تتداخل العكارة مع الأمراض مثل عفن الزعائف (fin - rot (Myxobacteria ، ومع نقص النمو للسمك الذي ينتج من تأثير العكارة على الرؤية فيزيد فقد الغذاء ويتأثر النمو . وعموماً فإن مستوى عكارة أقل من ١٠٠ مجم / لتر يكون ضعيف

التأثير على معظم أنواع السمك . وتتعدد الصورة بزيادة العكارة عن هذا الحد خاصة بزيادة مدة التعرض لهذه العكارة .

وتؤدي شدة تسميد الأحواض عضويا بكسب المستردة إلى إنتاج تيارات شديدة من الطحالب ، عندئذ تنشر عليها بانتظام حشائش البط duckweed على سطح الماء وتزال تماما بعد حوالي ٢ - ٣ أسابيع عندما يتحول لون الماء إلى البني ، إذ تعزل هذه الحشائش الشمس فتقتل الطحالب ، وتتغذى عليه الهوائيم الحيوانية وتنمو وتتضاعف بسرعة محولة لون الماء إلى البني ، فتزال الحشائش وتخزن الزريعة في أحواض الحضانة . إذ أن الطحالب أو انتشار الهوائيم النباتية وقت تخزين الزريعة غير مرغوب لأنها تتطلب هوائيم حيوانية (١ - ٠.٣ مل / زريعة وقت التخزين) .

تشكل الطحالب حوالي ٢٢ ألف نوع ، وتتراكم الذرات المشعة فيها فتصير مصدر للإشعاع يتراكم في الأسماك ، وتنمو بغزارة عندما تواتيها الظروف مكونة ازهارات Blooms أو أغطية Blankets أو حصر Mats . بعضها يسد عيون الغزل في الأقفاص السمكية وتحول دون حركة الماء ووصول الغذاء والأكسجين وتصريف نواتج الإخراج وذلك لما تنتجه من مواد هلامية غزيرة أو لما لبعضها من جدر صلبة من السليكا أو لما تشكل بعضها من خيوط (كالإمبليا ، الدياتومات ، كلوريل على الترتيب) . وتعمل بعضها على قتل الأسماك لأنها سامة (مثل جيمنودينيم) أو لخفضها لتركيز الأكسجين في الماء . وأخطر الطحالب هي الشامة ومنها :

أ - البريمتسيوم بارفوم *Prymnesium parvum* :

والتي تعيش في الماء الشروب وتنتج سموما خارج خلاياها يصبح السم مميتا بتركيز ٥ وحدة سم سمك / مل (Ichthyotoxic Unit / ml) 5 ITU / ml بينما التركيز الأقل يبطئ من حركة السمك ويحاول القفز خارج الماء .

وتتم الوقاية بالمعاملة بكبريتات الأمونيوم ١٠ - ١٥ جزء في المليون أو كبريتات النحاس ٢ - ٣ جزء في المليون أو أمونيا سائلة ١٠ - ١٥ جزء في المليون . ويؤثر على هذه العلاجات العوامل الخارجية كتركيز أيون الهيدروجين والحرارة والملوحة .

ب - الطحالب الخضراء المزرقة *Blue - green algae* :

بعض هذه الطحالب تعتبر سامة وتؤدي إلى نفوق السمك نتيجة التحطم المفاجيء للطحالب نتيجة حجب الضوء فتموت الكائنات الخضراء ويقتصر التمثيل الضوئي على المنطقة العليا من الحوض ٦ سم والتي تكون مشبعة بالأكسجين بينما ياقى الحوض يعوزه الأكسجين مما يضطر السمك للارتفاع للسطح لكن في وجود المطر أو انخفاض الحرارة أو الرياح الشديدة فإنها تطفس حيث تختنق . لذا يفصل دغ الماء السفلي للسطح للتهوية مع وضع الفوسفات لتشجيع التمثيل الضوئي عند توقع مثل هذه الظروف . ومن الطحالب

الخضراء المزرقة المنتجة لسموم السمك طحالب ميكروسيستس توكسيكا *Microcystis toxica* ومنها ما يسبب طعما ورائحة غير مرغوبتين للحم السمك كما في طحالب اوسيلاتوريا تتيويس *Oscillatoria tanuis* وطحالب انابينا سبيرويدس *Anabaena spiroides* ويستخدم كبريتات النحاس للمقاومة إلا أن نثرها على الحوض يزيد من مشكلة نقص الأوكسجين لشدة نفوق الطحالب وتحللها لذلك تضاف في أركان الحوض أو توضع في أكياس تعلق في الماء لتتحلل تدريجيا ببطء بتيار الماء .

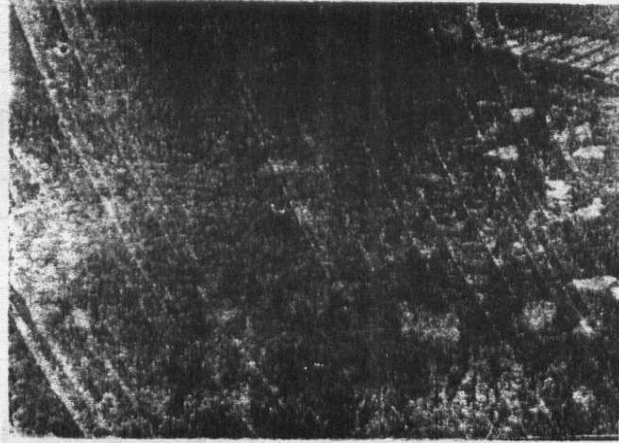
ومن المهم في مزارع الأسماك معرفة أنواع الطحالب المنتجة للسموم والتي تنتمي إلى عدة أجناس ، وإن كانت العوامل المحددة للسمية معقدة وغير مفهومة . وسموم الطحالب إما قلويدية ذات تأثير عصبي ، أو بروتينية أو بيتيدية ذات تأثير كبدى . عموما ليست كل الأنواع داخل جنس ما وليست كل المشائير لنوع معين منتجة للتوكسين ، وحتى داخل جسم مائى ما فإن بعض مواقع الطحالب قد تنتج السم بينما فى مواقع أخرى مجاورة قد لا تنتج السم . ويختلف السم لنوع ما باختلاف سلالات الطحلب ، مما يجعل من الصعب التعرف على سم معين دون إجراء اختبارات معملية رغم أن سموم الطحالب الخضراء المزرقة للمياه العذبة من بين أشد السموم الطبيعية فإن دورها فى القتل غير واضح ولا يحدث التأثير السام إلا بوجود السمك مباشرة معرضا للسم ، وهذا لا يحدث إلا فى أثناء تفشى الطحالب السامة أو مضمها مباشرة .

سموم الطحالب الخضراء المزرقة

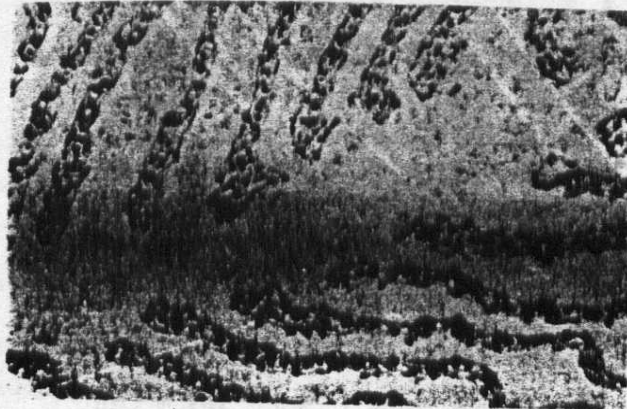
النوع	التوكسين	تركيبه
Lyngba majuscula	لينجبا توكسين (A)	قلويد
Schizothrix calcicola	ديبروموافيسيا توكسين	فينولى
Oscillatoria nigroviridis	ديبروموافيسيا توكسين	فينولى
Nodularia spumigena	أوسيلاتوكسين (A)	فينولى
Microcystis aeruginosa	نودهولاريا توكسين	غير معروف
	ميكروسيستين	بيتيد
	ميكروسيستين (C)	بيتيد
Anabaena flos - aquae	اناتوكسين (a)	قلويد
	اناتوكسين (b)	غير معروف
	اناتوكسين (c)	بيتيد
	اناتوكسين (d)	غير معروف
	اناتوكسين (a - s)	غير معروف
Aphanizomenon flos - aquae	الافانيزونين	قلويد
Oscillatoria agardhii	اوسيلاتوريا توكسين	غير معروف
Oscillatoria rubescens	اوسيلاتوريا توكسين	غير معروف

وأهم الطحالب البحرية المنتجة للسموم هي Dinoflagellates التي تؤدي إلى تيار أحمر يعرف بالمد والجزر الأحمر ، ومنه حوالي ١٢٠٠ نوع تسبب هذا التيار الأحمر ، لكن من بينها فقط حوالي دسنة هي التي تنتج سموما ، ونصف هذه الدسنة قد يسبب قتل السمك . وفي عديد من الحالات كان طحلب Gyrodinium aureolum هو المسئول عن قتل السمك وفي حالات أخرى كان Flagellate x . ويحدث موت السمك في ظرف ١ - ٢٤ ساعة بعد زيادة معدل التنفس والنشاط يعقبه عدم نشاط وموت نتيجة تغييرات نسيجية تميزت بتركزه وتحلل خلايا الصفائح الخيشومية . وغالبا يحدث التسمم هذا في شهور الصيف . كما تساعد مخلفات مزارع السمك في ازدهار هذه الطحالب . وسموم الطحالب السامة هذه Dinoflagellates قد تؤدي إلى تسمم مصحوب بشلل لأكل المحار ، وقد تسمم السمك أو السمك والكناكيت والفئران أو السمك والفئران والمحار ، وقد تتلف الكبد والكلى ، وقد تتلف الخياشيم . وهذه الطحالب السامة من أجناس Gonyaulax , Gymnodinium , Chattonella , Exuviaella , Pyrodinium .

وفي أي لحظة من الزمن فإن عشيرة الهوائيم النباتية لأي بيئة مائية طبيعية تتكون من عشرات من الأنواع المختلفة من الطحالب ، لكل نوع منها احتياجات حرارية وإضاءة ومغذيات مختلفة ، وعليه يسود نوع في أي ظروف بيئية ، فتتغير الأنواع السائدة بتغير وقت السنة ، وإن كان ذلك أقل انتشارا في المناطق الاستوائية لثبات الظروف البيئية لحد ما . وفي الماء العذب فإن أكثر الأنواع الهامة انتشارا هي مجاميع Diatoms والطحالب الخضراء المزرقة (blue - green algae) Cyanobacteria . وتؤدي موجات Diatoms إلى تلف الخياشيم لغطية خلاياها المشبعة بالسليكا . والطحالب الخضراء المزرقة أكثر انتشارا في المياه الداخلية وبخاصة في المياه الاستوائية . وكثير من أنواع الطحالب الخضراء المزرقة تراكم فقاقيع غازية في خلاياها في أثناء البناء الضوئي في ظروف معتمة (ماء عميقه) مما يجعل مستعمراتها أو خلاياها تطفو تجاه السطح . وبعض هذه الطحالب الخضراء المزرقة تسبب طعما غير مستحب في الأسماك المستزرعة ، وهذه الطحالب من جنس Oscillatoria & Anabaena . فالهوائيم النباتية (دياتومات ، دينوفلاجلاتا ، ميكروفلوجلالاتا) تؤدي أحيانا إلى مشاكل في الزراعة المائية ، فالطحالب الدقيقة المنتجة للتوكسينات Microalgal phycotoxins ربما تقتل الأسماك ، فعلى سبيل المثال ألف خلية / لتر من Chaetoceros convolutus تقتل سمك المزارع و ٢٠٠ خلية / لتر من Dinophysis acuminata أو من D. acuta تعتبر سامة للمحاريات .



تيار من السيانونياكتيريا الميتة على سطح الماء في قفص أسماك



قطاع في خياشيم مصابة بالدينو فلاجيلاتا *Gyrodinium aureolum*
تظهر الصفائح الخشومية الثانوية المشوهة وحطام السيتوبلازم والأنوية
بين الصفائح .

الحشائش المائية فى المزارع السمكية تؤدى إلى :

- تشارك الأسماك فى غذائها وتستنفذ خصوبة المياه .
- وتحمى بويضات الناموس ويرقاته .
- وتختبئ بها القواقع العائلة للبلهارسيا وللودة الكبدية .
- وتسبب إخلالا بتوازن الأسماك إذ تحمى الأسماك أكلة العشب وتتكاثر بأعداد هائلة على حساب الأسماك المفترسة التى يقف نموها ولا تبلغ الحجم المناسب لصيدها والانتفاع بها .
- تؤدى إلى نقص الأوكسجين وزيادة ثانى أوكسيد الكربون فى المياه فتفسد بالأسماك .
- وعند موتها تتحلل وتزداد نسبة نقص الأوكسجين وزيادة ثانى أوكسيد الكربون فتؤدى إلى موت كثير من الأسماك .
- وتضعف الضوء ، فلا يتخلل ضوء الشمس للمياه فيعميق نمو البلانكتون (غذاء الأسماك) ويقلل خصب المياه وتأخر نضج الأسماك وإنتاجها .
- وتعرقل عملية الصيد للأسماك .



انتشار الحشائش المائية حول الأقفاص السمكية

وللمحافظة على الأسماك من الأمراض البيئية (الراجعة للرعاية والإدارة) ينبغى عدم السماح بتلوث الماء بالمواد العضوية مع مراقبة خواص جودة الماء وتجنب ازدياد الأسماك وتقديم الغذاء الكاف المتزن ، وزيادة ماء الحوض فى الأوقات الحارة ، حجب بيطرى للزريعة الواردة من مزارع أخرى وعزل المريض

والمشكوك فيها ، تفريغ الحوض عند ظهور مرض وتجييرة وتطهير تجهيزات المفرخ وفحص الأعلاف ومقاومة الطفيليات والقواقع والطيور والأسماك المفترسة .
وتتم عملية السيطرة على نمو النباتات الزائدة بطرق بيولوجية (الأسماك العشبية ، التسميد لزيادة الهوام فتعزل الأشعة عن النباتات) وميكانيكية (الحش والحرث) وكيميائية (مبيدات الحشائش) .

المفترسات الطبيعية :

فالطيور أحد المفترسات الهامة للبلطي التي تؤدي إلى فقد ٨٥ - ٩٥ ٪ من القطيع . ومن أهم المفترسات يعتبر طائر السمك (القاوند) Kingfisher وعقاب (نسر) السمك fish eagle والمالك الحزين أو أبو قردان heron . وتستهلك البجعة pelican الواحدة ١ - ٣ طن سمك سنويا بينما يستهلك أبو قردان واحد ١٠٠ كجم سمك سنويا . وعليه فصيد هذه الطيور حول أحواض السمك يحمي السمك من الافتراس ، كما يفضل تسوير وتغطية أحواض السمك للحماية من الافتراس .

واقد بلغت خسائر مزارع الأسماك من التهام الطيور البحرية (المائية) المهاجرة للأسماك مائة مليون جنيه ، أي بلغت الخسائر ما يوازي ٧٠ ٪ من الإنتاج فانخفضت إنتاجية الفدان من ١٠٠ - ١٥٠ كجم (سمك تصدير من بور سعيد والإسماعيلية والشرقية) إلى ٣٠ كجم ونفس الخطر يهدد بحيرة البردويل بسبب غراب البحر (المعاج) والتي لا تأكل إلا أسماك التصدير من دنيس وقارص وموسى وثمانين البحر . وتزيد أنواع الطيور المهاجرة إلى مصر شتاء عن ٢٠٠ نوع ، ويحظر صيدها يزيد أعدادها .

وتعتبر كلاب الماء @tters من المفترسات الشديدة التي تستهلك حتى ٨٠ ٪ من قطعان السمك لذلك يفضل تسوير الأحواض ضد هذه الحيوانات .

والسمك المفترس يشكل مشكلة كذلك بدخوله الأحواض من فتحات القنوات ، لكن حجم مشكلتها بسيط وتقاوم بمادة سامة للسمك كالاندركس بتركيز ١٨ جزءا في المليون وهو مركب هيدروكربوني مكلور لا يؤثر على البلطي ويؤثر بقله على إنتاج الفيتوفلانكتون . ثمانية الماء water snakes مشكلة كبيرة لأحواض الزريعة فقد أمكن صيد ٣٠٠ ثعبان في ١٠ مصائد في أسبوعين في حوض واحد سعة ٢٠٠٠ م^٢ في إسرائيل .

البرمائيات amphibians وخاصة الضفدع الإفريقي يعيش على القفص ويثقل المراهبي لذا تصاد الضفادع بشلهاك شرك سلكية ويحطم ببحرها بجرها بعيدا عن الأحواض أو إتلاف بالهجر الحصى . ومن الحشرات المفترسة ما تعدد الزريعة في أحواض الحضنة .

ومن الحشرات المفترسة خنافس الماء Water beetles وبق الماء Water bugs وصقور الناموس dragonflies وهذه تفترس الزريعة وأحيانا الإصبعيات ، وتقاوم بعمل مستحلب مع زيت نباتي أو صابون ينحصر على سطح الماء في طبقة رقيقة تعمل على قتل معظم الحشرات المائية الصغيرة لعلها من الجو وصعق أنابيب تنفسها فتموت . ويجرى عمل المستحلب بإضافة ٦ كجم زيت مستردة / هكتار مع ثلث الكمية من صابون رخيص مخفف بالماء وينشر بالرش باليد على مسطح الحوض فيقتل الحشرات في ظرف ١ - ٥ ساعة . ويجرى ذلك قبل تخزين الزريعة بساعات قليلة . ولايفضل استخدام زيوت معدنية أو مبيدات لتأثيراتها السلبية على فقس المبروك والكائنات المغذية للسمك . ويمكن استخدام زيت الديزل لعمل المستحلب للتحكم في حشرات أحواض الحضنة nursery pond insects . وفي أحواض الرعاية تتطلب الزريعة كذلك للحماية من المفترسات وكذلك للإضافات الغذائية والتسميد . وقد وجد أن التغذية للإصبعيات

على شرائق نود الحرير لمديد من أنواع السمك كانت أفضل من التغذية العادية أو على كسب المستردة ورجيع الأرز .

وتقاوم الحشائش المائية الفاطسة بالأمونيا (١٢ - ١٨ جزء / مليون أزوت) ، كبريتات نحاس (١٠ جزء / مليون) بعد خفض pH إلى ٦ ، زونيخات صوديوم (٥ - ٦ جزء / مليون) دون قتل أسماك الحوض . كما يمكن جمعها بسلاسل وبالياد وبالأوتاش . والمقاومة البيولوجية للحشائش أقل تكلفة من طرق المقاومة الأخرى .

وتقاوم الأعداء الطبيعية للأسماك بصيد يرقات الحشرات بشباك قماش ناعمة قبل تخزين الزريعة بالأحواض ، مع استخدام مستحلب زيتي يرش على الحوض للقضاء على الخنافس واليرقات في الحوض . وتستخدم حواجز عند مدخل الماء لمنع دخول الأسماك المفترسة ، وصيد الموجود منها بالفعل في الحوض بسنارة مطعومة . والقضاء على بيض البرمائيات بشبكة جافة أو بالجير الحي وإحاطة الحوض بسياج من السلك الناعم . وسد الثغور والجور القريبة من المزرعة المقاومة الزواحف . والطيور المائية إما يتم صيدها بشباك أو بطعم مسموم . والقضاء على الأسماك غير المرغوبة يستخدم مبيد الأسماك Piscicide مثل مسحوق بذور الشاي (المادة الفعالة هي السابونين) أو الروتينون Rotenone سواء كان مسحوقاً أو سائلاً .

أحواض السمك والصحة العامة : Fishponds and public health

قد تؤدي الأسماك المستزرعة إلى أمراض معينة للإنسان كما في حالة استخدام روث الإنسان غير المعالج كسماد للأحواض فيؤدي إلى حوادث طفيليات الأمعاء بين السكان المستهلكين لهذه الأسماك خاصة لو استهلك نية وكسلاطة طازجة أو غير جيدة الطهي كما يحدث في جنوب شرق آسيا وأوربا فتنتشر الديدان الشريطية للإنسان *Diphyllobothrium latum* وديدان الدم *Opisthorchis* ، وقد تنقلها إلى الأسماك كذلك الطيور المختلفة . لذا ينبغي طبخ السمك جيداً . كما تساعد أحواض السمك في ظروف معينة على انتشار الملاريا والبهاارسيا من خلال تربية البعوض والقواقع . وتقاوم الملاريا بتربية أسماك آكلة ليرقات البعوض مثل الجامبوزيا ويحش كل نباتات الأحواض . وبالنسبة للبهاارسيا التي تسببها دودة دم *(Schistosoma)* Bloodworm في الإنسان ومائلها الوسيط قواقع مائي وتقاوم بالقضاء على القواقع بإليادة النباتات الفاطسة والطافية ويساعد في ذلك تربية أسماك آكلة للنباتات وكذلك البط فيساعد ذلك في مقاومة البهاارسيا ، إذ أن النباتات مفرى وغذاء للقواقع مثل *Bulinus* أحد عوائل البهاارسيا . فمن المهم كذلك تربية أسماك آكلة للقواقع مثل المبروك الأسود *(Mylopharyngodon piceus)* black carp وهذا يفسر دور المبروك الأسود ومبروك الحشائش في مقاومة البهاارسيا (بالقضاء على القواقع والحشائش التي تغزو القواقع كمائل للطفيل) . كما أن التجفيف والتجيير يعد من غزو القواقع المختلفة بما فيها المائل للبهاارسيا . وإن كانت المقاومة الحقيقية للبهاارسيا ليست فقط في القضاء على القواقع (غير الضار في حد ذاته) والحشائش بل أساساً بسلوك الإنسان الذي يفرز الطفيل في بوله وروثه إلى الماء فالقواقع ، لذا ينبغي عدم قضاء الحاجة في المجارى المائية .

وهناك خطوه من انتقال مسببات الأمراض من السمك إلى الإنسان نتيجة تربية السمك في أحواض مغذاة بالمجارى Sewage - fed ponds كنظام منتشر في زراعة الأسماك وإن كان الطهي العادي للسمك ، سواء بالقلي أو الشوي أو السلق أو التبخير ، تعتبر كلها طرق فعالة لضمان منتجات خالية من مسببات

الأمراض . فالمجاري والمخلفات الزراعية ضارة ببيئة السمك . ولذلك يجب معالجة هذه المخلفات قبل إدخالها إلى أحواض السمك ، على ألا يزيد العد البكتيري عن ١٠ ° / مل في ماء الأحواض المغذاة بماء الصرف ، مع إيقاف ضخ ماء الصرف إلى الأحواض السمكية قبل حصاد السمك بأسبوعين للحد من cryptosporidium ، وبعد الحصاد ينبغي حفظ السمك على الأقل عدة ساعات في حوض ماء نظيف لتفريغ أحشائه من محتوياتها ، على ألا يتعدى عد البكتريا في عضلات السمك القابلة للأكل عن ٥٠ / جم وعلى ألا تتواجد سالمونيلا ، وينبغي غياب البويضات الحية للديدان الطفيلية في الإنسان من ماء هذه الأحواض السمكية (المغذاة بماء الصرف) لذا يجب تخزين الغائط Nightsoil أسبوعين (لتفادي مثل هذه البويضات) قبل استخدامه في أحواض السمك . كما ينبغي خفض كمية النباتات في مثل هذه الأحواض كي لا تلوى الحشرات وعوائل مسببات الأمراض ، مع العناية بصحة وأمان العمال وبحارة الأحواض المستخدمة لماء الصرف ، وكذا يجب توعية المستهلك لهذه الأسماك لمراقبة جودة وصحة المنتج بتجويفه وغسله وتبريده .

الفصل الثالث أمراض التلوث

عُرف التلوث البحري بأنه « إدخال الإنسان بطريق مباشر أو غير مباشر لمواد أو طاقة إلى البيئة البحرية (والبحيرات) ، مما يؤدي إلى آثار سلبية كضرب للمصادر الحية ، ومخاطر على صحة الإنسان، وإعاقة الأنشطة البحرية بما فيها الأسماك ، وتآلف جودة ماء البحر للاستخدام وخفض حالته » .

والملوثات ٣ شرائح هي :

١ - الملوثات السامة والمثبطة : تيارات حرارية ، عناصر دقيقة غير ضرورية للحياة - non biotic كالزئبق والنيكل والزنك والكاديوم والرصاص والموثنيوم والتيتانيوم والكلور والحر والسيانيد والفوسفور المنصري، زيادة مستوى العناصر الدقيقة الحيوية كالحديد والمنجنيز والزنك والنحاس والموليبدنم ، بعض المركبات للزيوت المعدنية ومشتقاتها ، الفينولات والمنظفات والهيدروكربونات الكلورية وبعض المركبات العضوية المخلقة الأخرى ، زيادة مستوى المنتجات الوسطية لهدم المادة العضوية والنيتريتات والأمونيا وكبريتيد الهيدروجين تحلل المادة العضوية ذاتها إذا تتطلب أوكسجين بكثرة ، وبالتالي يقل الأوكسجين الذائب بشدة ، المستويات العالية من الأحماض والقويات القوية والتي تحرف pH الماء العادي.

٢ - ملوثات غذائية : وهي كل ما يزيد المستوى العادي للمغذيات كالأمونيا والنيتريت والنيتريت والفوسفات وربما بعض العناصر الدقيقة كالحديد والمواد العضوية المساعدة كالفيتامينات والهرمونات النباتية وكلها مغذيات وتشتمل على المجاري المعالجة والعام والمنظفات ، مصارف صناعية إعداد وتجهيز الأغذية ، مياه صرف المزارع ، مجاري المناطق الزراعية المسمدة ، صرف الفضر ، مياه ومصارف من أجواء ملوثة .

٣ - أواخر ضرورية : المادة الغروية تميح الفياشيم وأعضاء الترشيح كما تميح وصول الضوء وتغطي مادة القاع للمجاري المائية وتعيق الوظائف الإحصاصية فتتدخل تعديلات هامة على البيئة المائية وعشائرها خاصة نباتات وحيوانات القاع . وأهم مصادرها أكوام الروث من محطات المجاري ومخلفات محطات المعالجة المائية ، وناتج تطهير المجاري المائية بالكراكات ، عمليات التعدين على الشواطئ وتحت الماء ، مخلفات التصنيع للتيتانيوم والغرف والأسمنت والورق والخشب.

ويغير من سمية المواد السامة بالتركيز المميح لنصف عدد القطيع التجريبي في ٤٨ ساعة LC50 وهو يكافئ وحدة سامة toxic unit ، فإذا زاد تركيز المادة السامة عن الوحدة السامة فإن أكثر من نصف القطيع يموت ، بينما إذا قل التركيز عن الوحدة السامة فإن نصف القطيع لن يموت، لذلك يعبر عن قوة المواد السامة بالوحدات السامة وهي تساوي حاصل قسمة التركيز الفعلي في الماء على التركيز المميح

لنصف القطيع . وإذا وجد خليط من المواد السامة فيحسب الوحدات السامة لكل مادة على حدة والتي قد تجمع معا بعد ذلك للتعبير عن قوة الخليط السام.

ولقد اقترحت معادلة Abbot لحساب النفوق الراجع للتوت على النحو التالي :

$$\text{النفوق الملاحظ } \% - \text{النفوق في المقارنة } \% = \text{النفوق المصحح } \% \\ 100 - \text{النفوق في المقارنة } \%$$

وذلك إذا كانت نسبة النفوق الطبيعية (في المقارنة) لا تزيد عن ٢٠٪.

هذا وقد تتحول السمية لمادة ما بفعل صفات الماء الطبيعية والكيميائية كالحرارة ، pH ، قلوية البيكربونات ، الجوامد الكلية الذائبة، الملوحة ، الأوكسجين الذائب. فنقص الأوكسجين في حد ذاته يزيد من الأثر السام لأملاح الزنك والرصاص والنحاس والفينولات، كما يؤدي إلى نقص الحيوية وخفض محتوى الأحماض الأمينية الحرة . وتعمل الملوثة على إبادة الأسماك بتأثيرها المباشر على السمك وغير المباشر (على أغذية السمك من بلانكتون وكائنات قاع وغيرها) . ويؤدي التلوث إلى عدم اتزان بيئي (مما أدى إلى القضاء على المحار بكم كبير والتي تتغذى على الأسماك الجيلية فانتشرت القناديل في البحار في مناطق الطوف).

إن العوامل الاجتماعية والاقتصادية تؤثر على خواص المياه بتلويثها بفضلات الحيوانات والإنسان والزراعة والصناعة بالملوثات العضوية والمعدنية بما يشكل عبئاً loading على الأسماك وغيرها من الكائنات الحية في البيئة المائية . كما أن مشائر الحيوان والنبات تؤثر على خواص المياه فزيادة نمو النباتات تخفف من تركيز الأوكسجين الذائب في الماء ليلا وترفع قيمة pH في أثناء النهار، وهذه التغييرات تؤثر مباشرة على سمية بعض المواد السامة لمشييرة الحيوانات المائية . وهذه النظم كلها في حالة اتزان ديناميكي ، فالتغيير في أي عامل قد يؤثر بشكل أو بآخر على كل النظم في البيئة المائية.

ولانتشار مصادر التلوث في كثير من بقاع الأرض، فقد أحصت أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا في بيلوجرافية عن تلوث البيئة المائية المصرية في أبريل ١٩٨٨ شملت ١١١٠ بحثاً على تلوث البحر المتوسط والبحر الأحمر وبحيرة ناصر ونهر النيل والبحيرات . إذ يتم صيد السمك بالمواد السامة كالكسائيد، ويتم صرف مياه غسيل المواسير والغلايات الخاصة بمحطات الكهرباء في النيل بما تحتويه من مواد سامة بتركيز عال يسمم الأسماك . ويصب في بحيرة المنزلة وحدها من الغرب والجنوب ستة مصارف كبيرة تنقل صرف القاهرة والشرقية والمنزلة والمحيرة والجمالية وبمياط وبورسعيد إلى البحيرة بمتوسط ١٧٥٠ ألف م^٣ يومياً (منها ١٠٥ مليون م^٣ من القاهرة الكبرى وحدها) . إضافة إلى الصرف الصناعي لثمانية مصانع وكذلك الصرف الزراعي . مما يجعل أسماك البحيرة سامة . وتفس مشكلة التلوث تواجدها في معظم أجسامنا المائية داخلية وبحرية.

فى منطقة أسوان يشكل مصرف النيل مصدر التلوث الأساسى، لاستقباله المجارى، وماء الصرف الزراعى، وماء مصرف مصنع كىما . فتزید تركيزات الأمونيا والمواد الكلية حتى نصف كم شمالاً.

وفى منطقة قنا يشكل ماء مصرف مصانع السكر أهم الملوثات للمنطقة لمسافة ١ - ٢ كم شمال المنطقة.

بينما فى سوهاج يرجع تلوث النيل لنواتج صرف مصانع هدرجة الزيت وتجفيف البصل، ويستمر التلوث شمال المصانع لمسافة ٢٠٠ م.

وفى أسيوط مصانع السوبر فوسفات التى تصرف ماء فضلاتها فى النيل ، فتجعله حامضياً جداً مع زيادة المواد الصلبة الكلية.

ومنطقة القاهرة تلوث النيل بمخلفات عديد من المصانع ، أهمها مخلفات مصانع الحوامدية ، والحديد ومصانع الفحم والأسمدة .

وفى منطقة رهيد يكون مصدر التلوث من المجارى ونواتج صرف صناعية أهمها مصانع كفر الزيات خاصة للمبيدات والملح والصودا والسوبر فوسفات .

وفى منطقة دمياط تشكل مخلفات مصنع طلخا للأسمدة أهم مصادر التلوث.



الفنادق العامة
والإتشاءات على ضفاف النيل
ضمن مصادر
تلوث النيل

والميناء الغربى للإسكندرية واحد من أهم الموانئ المصرية، وهو يستقبل يومياً أكبر من ٩٠ ألف متر مكعب من مياة الصرف الصحى والصناعى خلال ترعة النوبارية، بالإضافة إلى عدة مصبات أخرى للصرف غير المعالج، وكميات من الزيوت والهيدروكربونات الكلورونية بجانب ٦ مليون متر مكعب/يوم تخرج من محطة المكس كمساء شروب ملوث خارج الميناء إلا أن الرياح الغربية يمكن أن تنقلها للميناء . وهذا يخفض من تركيز الكالسيوم والماغسيوم والكبريتات والبروم والفلورية، وتزيد تركيزات الحديد والنحاس والمنجنيز . فقد انخفضت قيم الأوكسجين والملوحة لمياه الميناء الغربى، بينما زادت

قيم الأمونيا والمادة العضوية وظهور كبريتيد الهيدروجين . وكذلك الميناء الشرقى للإسكندرية تصب فيه مياه المجارى مما يغير من رائحة ولون مياه البحر ، كما انخفض تركيز الأوكسجين الذائب (من صفر إلى ٠.٠٧ مجم / لتر) فى الماء السطحى، ويزداد تركيز الأمونيا بفعل الهدم البكتيرى للمادة العضوية واختزال النيتريت والنيترات فبلغ تركيز الأمونيا أقصاه ٧٠ ميكروجرام / لتر ، وزاد تركيز النيتريت إلى ٣.٦٩ ميكروجرام / لتر . وبهذا فإن الصرف الصحى فى الميناء الشرقى قد يعرض المنطقة لعدم صلاحيتها لمعيشة الأسماك .

إذا تعرضت الأسماك إلى تركيزات عالية من الملوثات (جرعة تحت مميتة من الفينول، أو الأمونيا غير المتأينة ، أو نقص أوكسجين) فيظهر زيادة فى النسبة الحجمية لجسيمات الدم وتركيز الجلوكون ، كما يزيد الكورتيزول فى أثناء الساعات الأولى من التعرض يتبعها عودة تدريجية للقيم الطبيعية بتقدم وقت التعرض للملوثات. وتتناسب الزيادات فى تركيزات الجلوكون والكورتيزول مع تركيزات الملوثات، بينما لا يوجد مثل هذا الارتباط مع قيم النسبة الحجمية لجسيمات الدم (إلا أن هذا المقياس لا يشير للانفوط الواقعة على السمك) . لذلك يستخدم مقياس الطلب على الأوكسجين بيولوجيا (B.O.D.) كمقياس للتلوث العضوى، كما يستخدم الكشف عن بكتريا اشيريشيا كولاي كدليل على درجة التلوث المرسى.

والكشف عن الملوثات يتم تحليل الماء والكائنات الحية به (والى تتركز فيها هذه الملوثات سواء نباتات أوحيوانات راقية أو دنيا) والرواسب فى قاع المجرى المائى . إذ تشبه الكائنات فى تراكم عديد من الملوثات فيها، وهذه الدراسات تشمل جانباً كيميائياً وآخر توكسيكولوجى، وقد يفيد كذلك تعاليل البيئة إذ تساعد فى الكشف عن التلوث كترجمة مبسطة للكشوف البيولوجية.

طلب الأوكسجين Oxygen demand :

ينقسم الطلب على الأوكسجين الذائب فى الماء إلى ٣ درجات :

- ١ - الطلب الفورى للأوكسجين immediate oxygen demand ، ومرجه للتفاعلات السريعة نسبياً بين أنواع معينة من الكيماويات غالباً غير عضوية كالكبريتات مثلثا والأوكسجين الذائب. وهذا الطلب يختلف باختلاف نوع وكمية الكيماويات المضافة وكمية الأوكسجين المتطلبه للتفاعل معها . وهذا المطلوب من الأوكسجين كيمائى (COD) بحت.
- ٢ - الطلب الكربونى للأوكسجين carbonaceous oxygen demand ، وهو متصل بمتابوليزم الكيماويات العضوية فى الكائنات الحية، ويشير إلى المطلوب بيوكيماوياً من الأوكسجين BOD.
- ٣ - الطلب النيتروجينى للأوكسجين (NOD) nitrogenous oxygen demand . ويشير للأوكسجين المتطلب لعملية النيترة nitrification أى أكسدة الأمونيا (ناتج هدم النيتروجين العضوى بالكائنات الحية) إلى نيتريت ثم أكسدتها إلى نيترات ، فإذا احتوى الماء على ٣٠ - ٤٠ مجم / لتر نيتروجين (فى المتوسط ٣٥ مجم / لتر ازوت) وهذا يتطلب ٤.٣ جم أوكسجين / جم نيتروجين فتكون NOD حوالى

١٥٠ مجم / لتر.

وتشير الصور الكلية لطلب الأوكسجين إلى تفاعلات سحب الأوكسجين deoxygenation الناتجة من أنشطة العديد من الكائنات والتي تمثل مختلف المركبات الكيميائية.

ويمكن إعادة إغناء الماء بالأوكسجين reoxygenation صناعياً بطرق منها :

١ - تهوية ميكانيكية.

٢ - تهوية بالتربينات.

٣ - إعادة تهوية على هدرات.

٤ - إضافة أوكسجين.

٥ - إضافة فوق أوكسيد الهيدروجين الذي ينحل فيعطى الأوكسجين.

مصادر الملوثات التي تصل إلى الأنهار :

١ - ملوثات هوائية (كالمخاطبات والنفائات) تصل الأنهار بواسطة مياه الأمطار التي تصل النهر مباشرة أو على شكل سيول.

٢ - ما يجرفه السيل من ملوثات زراعية وغيرها خلال جريان السيل باتجاه النهر.

٣ - مصبات الفضلات الصناعية والمدنية خاصة عند عدم معالجة هذه الفضلات قبل طرحها إلى النهر.

٤ - الملوثات من الصرف الزراعي حيث تنقل كميات كبيرة من أملاح التربة وفائض الأسمدة والمبيدات إلى النهر ، إذ يتعرض معالجة هذه الملوثات على عكس الفضلات المدنية والصناعية لضخامة كمياتها .

٥ - تسرب الملوثات من مخلفات الأنشطة ، إذ تقوم المصانع بتكديس قماماتها بقرب مجاري الأنهار وقد تتعرض هذه الكداس من الفضلات الصلبة إلى الانجراف في موسم الفيضان مما يسبب كوارث للحياة المائية في النهر.

وتؤثر مصبات مياه الفضلات على المصدر المائي بأحد الأشكال الآتية :

١ - طرح مواد سامة كمية الفضلات الصناعية كفضلات النسيج واللباعة وصناعات المعادن، والتي تؤثر على الحياة المائية (ويصورة غير مباشرة على الإنسان) وعلى استخدامات مياه النهر للأغراض المختلفة.

٢ - مواد عالقة تغطي قاع النهر قرب المصب وتعيق أنشطة الأحياء المائية كمطروحات صناعة السيراميك من الطمي العالق بكميات كبيرة.

٣ - مواد تؤثر على رصيد الأوكسجين الذائب عن طريق :

1 - مواد تستنزف الأوكسجين مباشرة كالمواد غير العضوية (كيماويات مختزلة) والمواد العضوية القابلة للتحلل.

ب - مواد تعيق عملية التهوية السطحية كالدھون والمنظفات ، وكل ما يشكل طبقة فوق سطح الماء تعيق تبادل الأوكسجين بين الجو و سطح الماء.

ج - مياه ساخنة تؤدي إلى خفض التركيز الإشعاعي للأوكسجين مما يحدد كمية الأوكسجين المذاب في الماء.

٤ - مياه فضلات ساخنة تؤثر على الحياة المائية.

ماء الصرف sewer water :

يصل بمحتوياته إلى جسم الماء بطرق مختلفة لذا وجب دراسة أهم ملوثات ماء الصرف وهي:

١ - ملوثات عضوية : حيوانية الأصل، نباتية الأصل، منتجات المعاملة الحرارية للوقود الصلب (فحم، خشب)، بترول خام، منتجات بترولية، أحماض عضوية، كيتونات وكحولات، فينولات، صبغات عضوية ومكوناتها، مواد تعمل على السطوح (كمواد الفسيل)، المبيدات (حشرية، عشبية، فطرية، نيماطودية، حيوانية، معقمات كيماوية، منشطات ومثبطات نمو النبات، وغيرها...)

٢ - ملوثات غير عضوية : كبريتيد هيدروجين ومركبات كبريتية، أحماض وقلويات غير عضوية، سموم غير عضوية، أملاح صوديوم وكالسيوم وماغنسيوم وأمونيا (كلوريدات، كبريتات، نترات)، مواد معلقة معدنية.

وهذه الملوثات تنقسم كذلك من حيث فعلها إلى مجاميع :

١ - سموم فاعلها موشمى : غير عضوية (كلورين، فوق أكسيد هيدروجين، برمنجنات بوتاسيوم، أوزون، أحماض قلوية، أملاح معادن ثقيلة (المنجنيز والنيكل والكروم والزنك والكوبالت والنيكل والنيكس)، وحمض البوريك)، ومواد عضوية كالفورمالدهيد، صبغات وأحماض عضوية، تانينات ومنظفات.

٢ - سموم تحدث شللاً عصبياً : مواد غير عضوية : أمونيا وأملاح أمونيوم، ك ٢١، قلويات ومعادن أرضية قلوية، فلور، فوسفور. مواد عضوية : بترول خام، منتجات بترولية، فينولات، غرويات، قار، قلويدات، سابونين، تريينات، نواتج تقطير الخشب، سموم من القواقع، مركبات عضوية مكلورة، مركبات عضوية فوسفورية، منتجات حمض الكارباميك وعديد من مبيدات الحشائش والطحالب.

٣ - سموم تحلل كرات الدم الحمراء : أمونيا وأملاح أمونيوم، رصاص، سيانيد، سابونين، سلنيوم، بعض مركبات عضوية فوسفورية، بروبانيد، ديورون، سموم طحالب خضراء مزرقة معينة.

- ٤ - سموم بروتويلازمية : فلور، سيانيد، يوريا، ميركابتان .
- ٥ - سموم إنزيمية : مركبات عضوية فوسفورية ، فلوريدات ، سيانيد، أوكسيد صوديوم، كبريتات صوديوم، ك. أ. ٧ ، هيدروكسيل أمين، وبعض المنظفات والميركابتات المعينة.
- ٦ - سموم مخدرة : هيدروكربونات، هالوجينات الكيل، كحولات ، استرات ، كيتونات، الدهيدات.
- ٧ - سموم مختلة التأثير : أمونيا وأملاح أمونيوم ، سيانيد، فلوريد ، مركبات عضوية فوسفورية، فورمالدهايد ، صابونين.
- فالملوثات الطبيعية (رواسب وطين، وأجزاء ميتة ، بذور نباتات كالسنت)، وملوثات غير عضوية (مبيدات حشرية ومبيدات حشائش وملوثات صناعية خاصة العناصر الثقيلة والأسمدة الصناعية والمنظفات والعناصر الدقيقة السامة والمواد المشعة)، وملوثات عضوية (بكتريا وفيرس وكائنات أخرى مرضية ومغذيات من الروث وعدم مخلفات التصنيع الزراعي أو تلف الحشائش والطحالب والمضادات الحيوية ، الزيوت)، وملوثات من ارتفاع الحرارة والنظائر المشعة.
- ومن الكيماويات المقاومة للتحلل البيولوجي كالمخلفات التخليقية لما تسببه من فوران (رغبة) بما يؤثر على الحياة المائية. وينتمي لهذه المجموعة كذلك عديد من المبيدات التي تقاوم التحلل البيوكيماوى. كما أن عديداً من الیهدروكربونات الكلورينية عالية المقاومة، وتسبب أضرار صحية حادة ومزمنة للإنسان لمقاومتها وشدة امتصاصها بواسطة مواد الخلايا، مما يساعد على تراكمها في الكائنات الدقيقة بتركيزات تفوق تركيزاتها في الماء وتدخل بعد ذلك في سلسلة الغذاء من أسماك وطيور وحيوانات وإنسان.
- وتعتبر المادة العضوية مسبباً رئيسياً لخصوبة الماء، إذ تتسبب المواد العضوية في زيادة تركيز البكتريا التي تعمل على تحليل المادة العضوية وإنتاج غاز ك ٢١ حيث تسبب هذه التركيزات العالية من ك ٢١ في زيادة نشاط الاشتات وحدوث انفجار في عدها بما يعرف بالثورة الطحلبية والذي يتحدد بتركيز الفوسفور الذائب إلى أن تصل زيادتها إلى حدود غير معقولة فتبحث من عامل محدد آخر (بدلاً من الفوسفور) لنموها وهي أشعة الشمس ، إذ أن زيادة العكارة العالية لا تؤدي إلى وصول كمية كافية من الضوء اللازم لدوام الحياة الخضراء مما يؤدي إلى موتها وتحللها بما يؤدي إلى نقص واخلل في موازنة الأوكسجين.
- وتزداد حساسية الأسماك للتسمم بنقصان تركيز الأوكسجين فإذا كان مثلاً التركيز القاتل لمادة معينة في جو مشبع بالأوكسجين هو ٥ مجم / لتر فإن التركيز القاتل لنفس المادة يكون في حدود ٣,٥ مجم / لتر في ماء نصف مشبع بالأوكسجين.
- كما تؤثر درجات الحرارة على مدى تأثر الأسماك بالسموم فرفع درجة حرارة الماء ١٠° م يخفف من التركيز الحرج المسبب للسمية إلى نصف قيمته الأصلية فإذا تأثرت الأسماك بتركيز ٤ مجم / لتر من

سم ما في درجة حرارة معينة فإن الأسماك تصاب بنفس التأثير السام بنفس المادة لكن بتركيز ٢ مجم / لتر فقط لو رفعتنا درجة حرارة الماء ١٠°م.

بزيادة درجة حرارة الماء تزداد معدلات التفاعلات البيوكيميائية فيزيد الطلب البيولوجي على الأوكسجين BOD فيقل الأوكسجين الذائب ، كما تقل ذائبية الأوكسجين في الماء بما يخفض الأوكسجين الذائب، ويزيد معدل نفوق الأسماك .

فزيادة درجة الحرارة تزيد من سرعة ظهور أعراض التسمم ، والضرر الناتج من ارتفاع حرارة الماء من محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالطاقة النووية تكون أخطر من التي تستخدم الوقود كالفحم، فيكفي أن ترتفع درجة حرارة الماء ٥°م لتهلك الأسماك المستزرعة في النهر كما تنتشر تركيزات إشعاعية في أنسجة الأسماك التي تعيش بالقرب من المحطات النووية على الأنهار.

هذا بجانب عوامل بيئية أخرى تؤثر على مدى تأثر الأسماك بالسموم منها الرقم الهيدروجيني وتركيز الأملاح وحامضية الماء ... الخ.

وتوجد تداخلات عديدة توافقية بين الملوثات وبعضها كعناصر النحاس والزنك ، النحاس والكاديميوم، النيكل والزنك، الأمونيا والفينولات ، أمونيا وسيانيد، أمونيا وكلور، حمض الفورميك والكبريتات ، وغيرها .

كما أن كلورة chlorination بعض المركبات متوسطة السمية يزيد سميتها بشدة . وهناك كثير من الأيونات المتضادة كما بين أملاح البوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم في الطبيعة، فمحاليل كلوريد الصوديوم التي تعادل بأملاح كلوريد الكالسيوم تخفف سمية كلوريد الكالسيوم والبوتاسيوم، كما يفقد حمض البروسيك سميته في تركيبه مع أكسيد الحديد أو أملاح النحاس ، كما تتلاشى سمية الروتينون في وجود برمنجنات البوتاسيوم وأزرق الميثيلين ، كما يعادل ماء الجير سمية ماء الصرف الناتجة من المعادن الثقيلة (نحاس ، زنك ، قصدير ، حديد ... الخ) والفوريدات والسيليكوفلوريدات . المركبات المعدنية مع السيانيد تكون معقدات سيانيدية معنية أقل سمية من السيانيدات أو أملاح العناصر الثقيلة منفردة . التوافق synergism والتضاد antagonism يوجد كذلك بين المبيدات العضوية الفوسفورية .

ولقد قسمت الملوثات لعدة درجات طبقاً لشدتها سميتها أو تركيزها المسبب لنفوق نصف الأحياء في التجربة كالتالي :

- ١ - سامة بشدة إذا أدى تركيز حتى ١ مجم / لتر نفوق ٥٠٪ من السمك .
- ٢ - سامة جداً إذا أدى تركيز حتى ١ - ١٠ مجم / لتر نفوق ٥٠٪ من السمك .
- ٣ - متوسط السمية إذا أدى تركيز حتى ١٠ - ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠٪ من السمك .

٤ - ضعيف السمية إذا أدى تركيز أكثر من ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

٥ - فقير السمية إذا أدى تركيز أكثر من ١٠٠ مجم / لتر نفوق ٥٠ ٪ من السمك .

ومن السموم المألوفة في مياه الفضلات الصناعية **الزئبق** الذي يوجد في فضلات أكثر من ٨٠ صناعة منها البلاستيك والإلكترونيات ويوجد في الأسماك البحرية بتركيز يصل إلى ٠,٥ مجم / كجم . ويزداد تركيز الزئبق في أسماك الخلجان التي تتمركز فيها الصناعات عن البحار المفتوحة . كذلك بعض أنواع السمك كالتونا تتميز باستعدادها لتخزين الزئبق في أجسامها أكثر من غيرها من الأسماك .

تعرض السمك لتركيزات مميتة حادة من **الأمونيا** غير المتأينة تؤدي إلى زيادة استهلاك الأوكسجين بمقدار ٣,٣ مرات، وهذا يرتبط بزيادة حجم التهوية وتكرار التنفس وسعته (عمقه)، كما يزداد ضغط الدم الشرياني الظهري ومعدل النبض ويتضاعف خرج القلب ، ينخفض ضغط أوكسجين الدم الشرياني الظهري رغم عدم اختلاف عدد كرات الدم الحمراء ولا النسبة الحجمية لجسيمات الدم ولا تركيز الهيموجلوبين ولا pH الدم.

وزيادة **النيترات** تصاحبها زيادة تركيزات **الأمونيوم** (الذي يعتبر أيونا هاماً في تقدير سمية الماء السطحي الحامضى)، والجزء المتحرر غير العضوى من **الأمونيوم** هو الجزء السام عادة للسمك خاصة عند انخفاض تركيز الكالسيوم.

بعض المركبات السامة للسمك :

المركب	أعراض التسمم
معادن ثقيلة	فقد الوزن - تلف الكبد والكلى .
زئبق	سعال - تسليخ المخاط حول الشرج - تغييرات مرضية معوية.
كروم	تغييرات صيفية - نقص النمو - احتقان الخياشيم والكبد ونهاية
نحاس	القناة الهضمية - فقد الإحساس باللمس - تلف الكلى والكبد.
زئبق	تكوين غشاوة على العين (مياة بيضاء) - خل امتصاص الصوديوم - خفض إنتاج البيض.
سelenium	استسقاء - انخفاض عدد كرات الدم الحمراء - استسقاء الطحال
مركبات عضوية	والكلى والعضلات الهيكلية والمعدة والمبايض - جحوظ العين .
أفلاتوكسين	خراج الكبد ونكروته - استسقاء الخياشيم - نزيف داخلي.

<p>مضادات حيوية</p> <p>أحماض دهنية ذات بروتين حلقى</p> <p>منظفات</p> <p>جوسيبول</p> <p>مبيدات حشرية</p> <p>سلفانيلاميد</p> <p>حمض التانيك</p>	<p>انتيميسين (A) : تغييرات لونية.</p> <p>أريثروميسين : إعياء - إلتهاب الميايض - بثرات على الكبد والكلى.</p> <p>تتعاون مع الأفلاتوكسين لإظهار خراجات.</p> <p>تتلف ندب التئوق - تجمع الخياشيم.</p> <p>ذهاب شهوة الأكل - يسبب السرطان مع الأفلاتوكسين.</p> <p>عقم - ضعف - اضطرابات عصبية - أضرار معدية معوية.</p> <p>تلف الكلى - نقص النمو - أديما.</p> <p>خراجات الكبد.</p>
---	---

بعض السموم المائية والفضلات الحاوية لها وتركيزها المخرج في الماء :

المادة السامة	الفضلات الحاوية لها	تركيزها المخرج مجم / لتر
أمونيا	فضلات معدنية	٣ - ٢
نترات فوسفات	صناعة أفلام	٠,٠٠٤
زئبق	صناعة الجلفنة	٢ - ١
كبريتات نحاس	مياه التبريد	١,٠ - ٠,٠٠٤
كلور	الفضلات المعقمة	٠,٢ - ٠,٠٠٥
دند	صناعة المبيدات	أقل من ٠,١
كبريتيد هيدروجين	طمي ورسوبيات قاعية	١,٠ - ٠,٠٥
مركبتان ميثيلي	مصافي النفط وصناعة الورق	١
مساحيق تنظيف	فضلات معدنية	٨٠ - ١٥

ملخص جودة الماء المطلوبة للحياة المائية :

<p>أكثر من ٢٠ مجم / لتر للماء العذب</p> <p>٠,٠٢ مجم / لتر للماء العذب على الأكثر</p> <p>١١ ميكروجرام / لتر للماء العذب منخفض القلوية.</p> <p>١١٠٠ ميكروجرام / لتر للماء المسر</p> <p>٥٠ ميكروجرام / لتر للماء المسر على الأكثر</p> <p>٠,٤ ميكروجرام / لتر للماء عذب منخفض المسر للمسك الحساس على الأكثر.</p>	<p>قلوية</p> <p>أمونيا غير متأيئة</p> <p>بيريليوم</p> <p>بريليوم</p> <p>كاديوم</p> <p>كاديوم</p>
--	--

١,٢ ميكروجرام / لتر للماء العسر للسمك الحساس على الأكثر .	كادميوم
٤,٠ ميكروجرام / لتر للماء العسر للكائنات الأقل حساسية.	كادميوم
١٢,٠ ميكروجرام / لتر للماء عذب منخفض العسر للكائنات الأقل حساسية	كادميوم
٠,٠١ مجم / لتر .	كوبلت
٢ ميكروجرام / لتر للسالمون على الأكثر .	كلور كلتي متبقى
١٠ ميكروجرام / لتر للأنواع الأخرى على الأكثر .	كلور كلتي متبقى
لا يوجد .	كلورجر
١٠٠ ميكروجرام / لتر للماء العذب . على الأكثر .	كروم
٥ ميكروجرام / لتر / لتر على الأكثر .	سيانيد
١ مجم / لتر ماء عذب على الأكثر .	حديد
٠,٠٥ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .	زئبق
٠,٠١ ميكروجرام / لتر ماء بحر على الأكثر .	زئبق
٠,٠١ مجم / لتر على الأكثر .	زنك
٥ مجم / لتر ماء عذب على الأقل .	أوكسجين ذائب
	المبيدات
٠,٠٠٣ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	الدرين - ديلورين
٠,٠١ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .	كلوردان
٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر ماء مالح على الأكثر .	كلوردان
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	د.د.ت .
٠,٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	ديميتون
٠,٠٠٣ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .	اند و سلفان
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر ماء مالح على الأكثر .	اند و سلفان
٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .	اندرين
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	جوثيون
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	هيناكلور
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر ماء عذب على الأكثر .	ليندان
٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر ماء مالح على الأكثر .	ليندان
٠,٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	مالاثيون
٠,٠٣ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	ميثوكسي كلور
٠,٠٠١ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	ميريكس
٠,٠٠٤ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	باراثيون
٠,٠٠٥ ميكروجرام / لتر على الأكثر .	توكسافين
٦,٥ - ٩ في الماء العذب .	pH
٦,٥ - ٨,٥ في الماء المالح .	pH
٣ ميكروجرام / لتر ماء عذب .	استترات لثانات

ثنائي فينيل عديد الكلور	٠.٠٠١ ميكروجرام / لتر .
كبريتيد هيدروجين	٢ ميكروجرام / لتر .
تأينيات	أقل من ١٠ مجم / لتر .
رصاص	٠.٠١ مجم / لتر على الأكثر .
نيكل	٠.٠١ مجم / لتر على الأكثر .
زئبق	٠.٠٥ مجم / لتر على الأكثر .
نحاس	٠.٠١ مجم / لتر على الأكثر .
مغنسيوم	٥٠.٠ مجم / لتر على الأكثر .
سولار	٠.٠١ مجم / لتر على الأكثر .
بترولومحاليات	٠.٠٥ مجم / لتر على الأكثر .
انتاجاته	

مصير الملوثات Fate of pollutants :

تصل الملوثات إلى البحار عن طريق الجو أو من الأنهار أو بالصرف المباشر في البحار . ويحدد مصير الملوثات عوامل طبيعية منها :

- ١ - التشتت dispersion وعدم تركيزها مما يعمل على تخفيف أثرها .
 - ٢ - ادمصاص وامتصاص sorption على جزيئات المواد وترسيب على قاع البحر .
 - ٣ - تبادل ماء البحار مع ماء المحيطات مما يؤدي إلى الخلط واستمرار التشتت والادمصاص .
- كما أن هناك عوامل كيميائية تحدد من مصير الملوثات ومنها :
- ١ - الأكسدة oxidization ويعقبها انخفاض في تركيز الأوكسجين الذائب .
 - ٢ - التحلل hydrolyzation إلى مركبات أقل سمية .
 - ٣ - المعادلة neutralization مثل تعادل الأحماض لقدرة التنظيم العالية لماء البحار .
 - ٤ - تكوين مواد غير ذائبة ومعقدات مما يقلل سمية بعض الملوثات (كالمعادن) .
- وأيضاً هناك عوامل بيولوجية تحدد من مصير الملوثات مثل :
- ١ - التراكم البيولوجي Bioaccumulation مما يجعل تركيزها في الأحياء أعلى من تركيزها في الوسط المائي .
 - ٢ - تحلل بيولوجي Biodegradation لبعض الملوثات التي تتحول إلى مركبات كيميائية أخرى بفعل

في النشاط البكتريولوجي، كما تحويل الزئبق المعدني غير السام إلى ميثيل زئبق كمركب مضموى على السمية.

٣ - نقل الملوثات بهجرة الكائنات المائية مما يعمل على توزيع الملوثات المنقولة مع هذه الكائنات على أماكن هجرتها.

٤ - الاثراء الغذائي eutrophication ، إذ تعمل بعض الملوثات على زيادة تسميد المياه مما يشجع النمو النباتي.

الملوثات المعدنية :

تتباين أنواع الأسماك المختلفة في استجابتها للملوثات، فتحت نفس الظروف البيئية وجد أن أقصى معدل استهلاك للكلوريد والنيتريت في المبروك كان أقل عنه في التراوت (٢٥ ، ٨١ ميكرومول / ساعة / كجم مقابل ٣٦٨ ، ١٩٨ ميكرومول / ساعة / كجم) . كما يتكون الميتهموجلوبين أسرع في دم المبروك (٥٨ ، ٥٠ في الساعة) مقارنة بالتراوت (٣٩ ، ٣٠ في الساعة) . جزئياً هيموجلوبين المبروك أكثر حساسية لأكسدة النيتريت عنه في هيموجلوبين التراوت، ومعدل اختزال الميتهموجلوبين أسرع في كرات الدم الحمراء للمبروك. والسبب الأساسي يبدو في أن المبروك أكثر تحملاً للنيتريت عن التراوت، بسبب المعدل المنخفض لإستهلاك الخياشيم من النيتريت.

فتعرض أسماك التراوت إلى النيتريت أظهر أن الجرعة المميتة لنصف القطع في ٩٦ ساعة تتراوح ما بين ١٩ - ٢٨ مجم / لتر أزوت نيتريتي ، وزيادة تركيز الكلور (١ - ٤١ مجم / لتر) تخفض من سمية النيتريت. وتتباين الجرعة السامة من النيتريت بتباين أنواع السمك ، فالجرعة المميتة لنصف القطع في ٩٦ ساعة لأسماك المنوة عريضة الرأس fathead minnows كانت أعلى (٢٠٦ مجم / لتر أزوت نيتريتي) منها للتراوت بينما لم تظهر أسماك الاسقمري mottled sculpins أى نفوق على تركيزات حتى ٦٧ جزء / مليون أزوت نيتريتي .

تعريض المبروك البالغ لنيتريت (١ مللى مولى) ٤٨ ساعة يؤدي إلى تراكم النيتريت في البلازما في نفس المدة لحد ٥٠٤ مللى مولى ، ويزيد الميتهموجلوبين إلى ٨٣ ٪ ، وينخفض أوكسجين الشرايين إلى مستويات دنيا ، وتنخفض النسبة المئوية لجسيمات الدم لانكماش كرات الدم الحمراء مما يزيد تركيز هيموجلوبين كرات الدم الحمراء. ينخفض كلور البلازما بينما يرتفع محتواها من اللاكتات والبوتاسيوم

بشدة مشيراً إلى زيادة البوتاسيوم خارج الخلايا لحد لا يعوض ، بينما ينخفض صوديوم البلازما .
يؤدى التلوث المضاعف بأكثر من عنصر ثقيل (كلوريد زئبقيك ، خلات رصاص ، كلوريد كادميوم ، كبريتات نحاسيك) إلى خفض تركيز الكلوروفيل والأحماض النووية والبروتين والمادة الجافة ، بينما زادت الأحماض الأمينية الحرة ونفاذيه الأنسجة ونشاط إنزيمات البروتياز و RNA ase ونسبة الفوسفاتاز الحامضي إلى الفوسفاتاز القاعدي في النباتات المائية . وهذا التأثير يزيد كثيراً عن تأثير كل معدن ثقيل على حدة .

وقد لوحظ اختلاف تركيز العناصر النادرة في الأسماك من نوع لآخر ، ومن عضو أو نسيج لآخر ، ومن منطقة (أو مكان جمع السمك) لأخرى . وتؤدى زيادة تركيزات البوتاسيوم والحديد والزنك والنحاس واليود والموليبدنم إلى خفض معدل النمو . عند تلوث بيئة السمك بالمعادن الثقيلة (كادميوم ، نحاس ، رصاص ، زنك) يزداد تركيز هذه المعادن في السمك طبقاً لتركيزها في الماء وكانت أعلى تركيزات في الأحشاء ثم الرأس ثم العضلات . وقد وجد أن تركيزات الكاديوم والنحاس والمنجنيز منخفضة في أنسجة العضلات عنها في أنسجة الكبد والعكس بالنسبة للرصاص والنيكل ، وتختلف تركيزات المنجنيز والنيكل والرصاص من سلالة سمك إلى أخرى من نفس المنطقة .

تتركز المعادن في المحارويات دون إظهار تغيرات واضحة إذ يرتبط الزئبق بالبروتين في الخياشيم والغدد الهضمية كما تمتص المحارويات الفاناديوم والقصدير بكميات كبيرة من الماء ويقل امتصاص القصدير بزيادة تركيزه في الماء . ولما كانت المحار لها قدرة على تخزين المعادن الثقيلة ، فإنه يمكن استخدامها كمؤشر بيولوجي للتلوث البيئي للمياه المجموعة منها هذه المحار . فقد أوضحت المحار من مناطق صناعية مدى الارتفاع المعنوي في محتواها من المعادن الثقيلة عن تلك من مناطق غير صناعية خاصة بالنسبة للرصاص والزئبق .

عند اختيار دليل بيولوجي من الكائنات الحيوانية المائية ليعكس التلوث البيئي ، لا بد أن يكون لديه القدرة على تحمل هذا التلوث . ويفحص رواسب أحد الأنهار ومحتواها من الجمبرى وأسماك التراوت والثعبان وذلك قبل وبعد مصب مصرف مصنع تغليف الحبوب بالمبيدات ، وجد أن أسماك الثعبان والتراوت لا تتواجد في مناطق التلوث ، والرواسب لا تتلوث إلا بالقرب من مصب المصنع ، بينما الجمبرى كان أنسب الكائنات كمؤشر بيولوجي للكشف عن التلوث بالزئبق في الماء الجارى .

ومن أحد الأنهار الأخرى حيث يتواجد مصنع لقلوى الكلور غير النشط inactive chloralkali صيدت أنواع من الأسماك ومن اللاقاريات القاعية لمعرفة محتواها من الزئبق ومقارنته بمستوى زئبق الرواسب والماء فوق وتحت مصرف المصنع فى النهر . وجد أن الزئبق الكلى يقل فى السمك واللاقاريات بالبعد عن المصنع ، وأن هناك علاقة ارتداد خطية معنوية لتركيز الزئبق الكلى على وزن بعض السمك ، وأن ميثيل الزئبق يمثل ٩١ ٪ ، ٥٠ ٪ من الزئبق الكلى فى السمك واللاقاريات على الترتيب.

وفى مقارنة لأسماك أربعة بحيرات مصرية (أسماك موسى والطويارة والدنيس والبورى من البردويل ، بلطى وبورى وقاروص من المنزلة ، قرموط وبلطى وبياض من مريوط ، لبيس وكشر وبياض وبورى وفحار وبلطى من وادى الريان) من حيث محتواها من العناصر الثقيلة ، ثبت أن أعلى التركيزات كانت ٢٦ ، ٣٠ ، ٦٣ ، ١٠٨ ، ٢٠٨ ، ٧٨ ، ١٠٠ ، ٣٠٠ جزء / مليون من الكاديوم ، النحاس ، الرصاص ، منجنيز ، الزنك ، الزئبق على الترتيب فى أسماك بحيرة البردويل ، بينما أعلى تركيز للنحاس ٣٦ ، ٢ جزء / مليون كان فى أسماك وادى الريان.

وفى دراسة معاشة على أسماك البحر الأحمر (سبعة أنواع من سوق السويس) ثبت اختلاف تركيزات العناصر المعدنية الثقيلة (نحاس ، زنك ، منجنيز ، رصاص ، كروم ، كاديوم ، حديد) باختلاف أنواع السمك والأنسجة والأعضاء ، كما دلت ارتفاع مستويات هذه المعادن على ارتفاع مستوى التلوث فى البحر الأحمر .

تتراكم فضلات الزئبق فى الأسماك البحرية (العظمية والنجمية ، والقشريات) نتيجة استخدام الكترودات من الزئبق المعدنى فى عملية إنتاج هيدروكسيد الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك وتلوث الحياة بنواتج صرف هذه المصانع.

فوجود مصانع الصودا الكاوية بالقرب من الأخوار تؤدي إلى تلوث الماء بالزئبق ، وبالتالي تراكم الزئبق فى الأسماك (حتى ١٠٣٨ جزء / مليون فى اللحم الطرى بينما فى المناطق البعيدة حتى ٢٠٠ جزء / مليون) وفى قاع المجرى المائى (حتى ٥٨ جزء / مليون فى المادة الجافة مقارنة بتركيز ٠٠٣ جزء / مليون فى المناطق البعيدة عن المصنع) ، ويتراكم الزئبق فى الطيور المائية المغذاة على هذا السمك (حتى ٤٤ ، ٣٢ ، ١٠٣ جزء / مليون فى العضلات والكبد الطرى على الترتيب) . ويخفض الزئبق (٢٥ - ١٠٠ جزء / مليون) من نمو البلطى النيلي وكفاءة استفادته من الطاقة والبروتين ، ويؤثر على تركيب العضلات ،

ويتركز الزئبق أساساً في الكبد للأسماك:

الكادميوم في الماء (١٠ جزء في المليون) يزيد كادميوم كبد السمك ويخفض حمض الاسكوربيك في الكبد ، إما لزيادة استخدامه أو لنقص امتصاصه ، والمرجح هو نقص امتصاصه بفعل الكادميوم على الأمعاء ، ونقص الفيتامين ربما لدخوله في ميتابوليزم إخراج الكادميوم . وعليه فالسمك المعرض للكادميوم ينبغي زيادة احتياجاته من فيتامين ج .

ورغم أن التركيز المنخفض (١٠٠٥ جزء / مليون) من الكادميوم يزيد نمو البلطي النيلي إلا أن التركيز الأعلى (١٥ جزء / مليون) أدى إلى خفض معدل النمو والكفاءة الغذائية (من حيث الاستفادة من الطاقة والبروتين) وانخفاض دهن العضلات ، ويتركز الكادميوم في الكبد أساساً .

احتوت مياه بحيرة موهوب على ٤,٥ - ٣٤,٧ جزء / بليون كادميوم بينما احتوت أسماكها على ١٠٠ - ١٦٥ جزء / بليون في الوزن الحي . واحتوت مياه البحيرة كذلك على ١,٠٢ - ٨,٢٢٠ جزء / بليون زئبق كلي بينما احتوت أسماكها على ٤٠ - ٤٠٠ جزء / بليون في الوزن الحي .

وفي تحليل للرصاص والكادميوم للبلطي النيلي والجاليلي من نهر النيل وبحيرة المنزلة ، وجد أن أعلى تركيز للرصاص والكادميوم كان في مخ كلّي النوعين من السمك ، بينما لحومها احتوت أقل التركيزات . وكان الرصاص أعلى التركيزات مقارنة بالكادميوم في كل الأعضاء والأنسجة . وكان الرصاص في البلطي الجاليلي من بحيرة المنزلة أعلى منه في نهر النيل . وكان متوسط تركيز الرصاص في البلطي النيلي ما بين ٣,٤ - ٩٩,٦ جزء / مليون (في الجزء من البحيرة التابع لبورسعيد) . وكان تركيز الكادميوم ٠,٣٩ - ٦,٤ جزء / مليون في البلطي النيلي من بحيرة المنزلة (المنطقة البورسعيدية) ، وفي الجاليلي ٠,٣٠ - ١,١٩ جزء / مليون في منطقة دمياط ، وأقل القيم ٠,٢٥ - ١,٢٥ جزء / مليون في الفيوم (نهر النيل) .

وتعريض السمك لبيئة ملوثة بالكادميوم يؤثر أساساً على مستويات الكلور والصوديوم في اليازما وكذلك على صوديوم وماء العضلات ، وتظهر الأسماك الصغيرة (المسممة بالكادميوم) أعراضاً سلوكية مرضية مثل العوم الشارد وتجلط الدم .

تقارب الجمبرى والكابوريا في محتوَاهم من الكادميوم ٩٨ - ٤٩٣ (٢٥٧) للجمبرى و ١٤٥ - ٤١٩ (٢٦٦) ميكروجرام / كجم وزن طازج للكابوريا . بينما احتوت ٦ أنواع من السمك على ١٥ - ١٣٤ ميكروجرام كادميوم لكل كجم وزن طازج من اللحم مع زيادتها في الأنواع المقترسة آكلة السمك الصغير وذلك في هيئات من المكس غرب الاسكندرية والتي يصرف فيها صرف زراعي وصناعي . واحتوى مخلوط البلانكتون من هذه المنطقة ١٣٩ ميكروجرام / كجم وزن طازج أى ما يعادل ٦٧٥ مرة أعلى من

ينخفض لحدوث النفوق، وتظهر سلوكيات شاذة كزيادة معدل التهوية، وفقد الأتزان، وفترات طويلة بدون نشاط يعقبها سباحة تقلصية. وارتفاع تركيز الزنك (٦٠٥ جزء / مليون) مع ارتفاع تركيز الكالسيوم يزيد استهلاك الأوكسجين يعقبه تذبذب في استهلاكه بدون سلوكيات شاذة مع ندرة النفوق حتى بعد التعرض ٤٠٠ ساعة لهذه الظروف. وتشفى تماماً الأسماك بعد ٤٠ ساعة في ماء خالي الزنك.

تعرض الأسماك (تراوت) للزنك في الماء بتركيز مميت (١٠٥ مجم / لتر) أو لتركيز منخفض مقارب للجرعة نصف المميتة في ٤ أيام (٠٠٨ مجم / لتر) في مياه عذبة، أظهرت الحالة الحادة (الأولى) تغييرات في الأتزان الحامضي - القاعدي وخلافه من قياسات الدم، وحدثت حالة اختناق hypoxemia لتلف الخياشيم مما سبب نقص الأوكسجين hypoxia في الأنسجة، مع حدوث حموضة مميتة (من تغييرات pH والكور واللاكتات)، والنفوق يرجع مبدئياً لنقص الأوكسجين أكثر منه للحموضة. بينما التركيز المنخفض (الثاني) من الزنك لمدة ٣ أيام أدى إلى قلوية بسيطة، وتراكم الزنك في الدم الكلى خلال اليوم الثالث، وحدث النفوق نتيجة انخفاض تركيز أيون الهيدروجين.

والزنك يعتبر ساماً للأسماك إذا كان ذاتياً في الماء فيهدم الزنك أنسجة الخياشيم، وتزيد سمية الزنك في حالة وجود النيكل والنحاس في الماء. لذا لا ينبغي وضع السمك في تانكات زنك أو حديد مجلفن قبل وضع طبقة سمكية من الرمل فيها.

وزيادة الحديد تسمم الأسماك لترسيبها على الخياشيم وإتلافها ووقف وظائفها.

تنخفض قابلية التأثير بالنحاس بزيادة وزن الجسم للسمك (الجويى العادى)، وعلى ذلك تختلف قابلية التأثير بالنحاس معنوياً بين الزريعة وبين عشائر الذكور والإناث بنسبة ٢٠: ٢٠٠ : ١٠٠٠ على أساس معدل الفعل السام المضبوط لعامل الحجم. أى أن النحاس أكثر سمية للزريعة ثم للذكور فالإناث، أى أن الإناث أقل عرضة لسمية النحاس كما في الحيوانات الأرقى. بينما بتعرض السالمون الصغير والبالغ لمياه الربيع الطبيعية عالية المحتوى من النحاس، وجد أن نشاط إنزيم الصوديوم بوتاسيوم - ادينوسين ثلاثى فوسفاتاز الخياشيم في صفار السمك لم يتأثر بعد ١٨ ساعة، بينما تم تثبيط نشاطه معنوياً في الأسماك البالغة، وقد زادت معنوياً النسبة الحجمية لجسيطة الدم وجلوكون البلازما في كل من العمرين. وتزداد سمية النحاس في وجود معادن أخرى كالزنك والكاديميوم.

ويقل تثبيت الكربون بزيادة محتوى النحاس في الهوائم النباتية (مقاسة كتسبة النحاس / كلوروفيل (١)، وهذا يؤكد أن نمو الهوائم النباتية يرتبط بنحاس الخلية ذاتها أكثر من ارتباطه بنحاس البيئة المائية المحيطة بخلايا الهوائم، وإن كان انخفاض تركيز النحاس في المياه يخفض بشدة من التمثيل الضوئى، أى أن التلوث المعدنى يؤثر على الإنتاج الأولى في المناطق الملوثة.

احتواء المياه على ٥ مجم فلور / لتر على درجات حرارة ٢١ - ٢٩°م يؤدي إلى امتصاصه وتراكمه في الأسماك والقشريات ويتركز أساساً في التراكيب الهيكلية الكلسية، وأعلى تراكم للفلور يكون في أثناء

مراحل النمو المبكرة للسماك وفي أثناء فترات تخزين مواد هيكليّة جديدة للقشريات .

فقد أدى تسرب فلوريد الأمونيوم بتركيز وصل ٥ في الألف إلى زيادة فلور النباتات المائية في أول يوم إلى ٣٥ ضعفاً ، وكانت الزيادة في الطحالب والرخويات والسماك أقل، وأقل زيادة كانت في رواسب القاع (حوالي ٣ أضعاف) . وانخفض فلور الماء بسرعة من ٢٢ إلى ٧ جزء / مليون خلال أول ٢٤ ساعة ثم إلى ٠.٤٨ جزء / مليون في رابع يوم . ولم يحدث اتزان بين تركيزات الماء ومكوناته البيولوجية المختلفة (نباتات وطحالب ورخويات وسماك) حتى ٣٠ يوماً من حدوث التسرب .

فمصانع الألومنيوم القريبة من المياه تخرج نواتج صرفها الغنية بالفلور الذي يتراكم في التراكم الهيكلي للقشريات واللافقاريات ، بينما لا تتراكم أو تتواجد بتركيزات ضئيلة في الأنسجة الطرية المكسولة (باستثناء جلد السمك) .

وأدت مصانع الفوسفات (بما تخرجه من ناتج صرف غني بالفلور) إلى ارتفاع محتوى أنسجة الأسماك من الفلور إلى ٤ - ٥ أضعاف محتوى الأسماك من المياه البعيدة عن مصدر التلوث . وكان توزيع الفلور في البورى ٣٢٠ جزء / مليون في العظام ، ٩.٦ في العضلات ، ١٤.٦ في الجلد .

بدراسة مدى تراكم الفلور في أنواع متعددة من الرخويات والأسماك ، وجد أن هناك تبايناً كبيراً في تراكم الفلور بين الأنواع ، وأن الرخويات من نوع limpet كانت أفضل الأنواع كدليل حيوي للتلوث بالفلور لشدة تراكم الفلور في نسيجها الطري ، وإن كان التراكم أكبر كثيراً جداً في عظام الأسماك .

وعند تعريض بيض السمك إلى تركيزات متدرجة من الفلور (١.٨٦ - ١٦.٧ جزء / مليون) وجد أن البيض على أول تركيز للفلور فقس بعد ٦ ساعات بينما كل التركيزات الأعلى (٣.٢ - ١٦.٧) أخرت الفقس (بمعدل ١ - ٢ ساعة) كما قلت محتويات البيض من الماء والبروتين بينما زادت محتوياته من الفلور .

يوجد الفلور في الماء العذب (٠.١٥ - ٠.٤٥ مجم / لتر) وماء البحر (٠.٥ - ١ مجم / لتر) على حد سواء ، ويزيد تركيزه في ماء صرف مصانع الزجاج ، والأسمنت ، والسيور فوسفات ، والمبيدات الحشرية والبطرية ، والمشاريع التعدينية . وأكثر المركبات وجوداً هي فلوريد الصوديوم . ويؤدى الفلور إلى ظهور أعراض تسمم تتميز بالأعراض العصبية ، والفلور فعل بروتولازمى كذلك ، كما يرسب الجير في الأنسجة ، ويثبط النشاط الإنزيمى ، ويظهر أعراضاً مرضية وتشريحية في كل من الكبد والكلى والطحال ، إذ تتضمن هذه التغيرات النسيجية تحطيم الطلائية . وتغيرات في أنوية الخلايا ووجد فراغات في السيتوبلازم مع رشح وتليف . ويؤدى الفلور إلى خفض بروتين الدم (٤ ٪) ، والبيومين الدم (٢١ ٪) ، وزيادة جلوكوز الدم ، وخفض جليكوجين الكبد (٣٨ ٪) ويقلل مستوى الكالسيوم (٣٦ ٪) في السمك المربى على مستوى تحت مميت . بينما في التسمم الحاد للفلور تتوزع تركيزات أيون الفلور في الأنسجة على النحو التالى ٤١ ٪ في الفياشيم ، ٣٣ ٪ في العضلات ، ٢٠ ٪ في القشور ، ٦ ٪ في العظام . بينما في التسمم المزمن يتراكم الفلور في عظام السمك .

بتربية أسماك التراوت في منطقة تدفق الماء الدافئ من محطة طاقة ذرية في الاتحاد السوفيتي (سابقاً) وجد أن محتوى هذه الأسماك من الاسترانشيوم والسميزيوم كان في حدود ٣٠ - ٧٠ بيكو كيرى / كجم ، وهذا التركيز يمثل ربع إلى ثلث تركيز الإشعاع في الأسماك البرية في هذه المنطقة وعُثر تركيز الإشعاع في الأسماك التجارية في مناطق أخرى. وهذا الانخفاض في الإشعاع راجع إلى غياب التلوث في مياه تبريد هذه المحطة خلال هذه الفترة ، وكذلك إلى الحقيقة القائلة بأن طريق دخول الإشعاع إلى جسم السمك هو الغذاء أساساً ، وعليه فيمكن رعاية السمك في تيار الماء الدافئ الخارج من محطات القوى أو الطاقة الذرة .

ويتركز الاسترانشيوم في عظام الأسماك يعيق تمثيل الكالسيوم . ومعظم السيزيوم المشع المتراكم في التراوت البنى يدخل من طريق الأمعاء والخياشيم ، وكما هو كذلك في أسماك موسى والراية فإن المصدر الأساسي للسيزيوم (حوالي ٩٠٪) هو الغذاء . ومعدل تركيزات السيزيوم في الأنسجة بالنسبة لتركيزاته في الدم في الثلاث أنواع متشابهة . ويرتبط تركيز السيزيوم في الدم مباشرة بعدد كرات الدم الحمراء في السمك .

تؤثر المنظفات في المياه من خلال تدخلها في دورة الملوثات الأخرى ، ومن خلال زيادتها لذائية المواد السامة العديدة ، وتؤثر بالتالي على عملية تبادل الغازات والأيونات وثبات الغرويات وتكون الطبقات الصلبة في نظام المياه .

ولقد سجلت تركيزات للمنظفات بلغت حتى ١٢ جزء/ مليون في بعض أنهار أمريكا ، ٥٠ - ٨٠ جزء / مليون في ١١ نهراً بريطانياً . بينما الأنهار المستخدمة كمصدر لإمداد المياه عادة لا تحتوى أكثر من ٠.٥ جزء / مليون ، وإن كان هذا الحد المنخفض كافياً للحد من انتقال الأوكسجين من الجو للأنهار . وتحدث ظروف لاهوائية بزيادة التركيز إلى واحد جزء / مليون .

فتؤثر المنظفات على الكائنات الحيوانية والنباتية ، فالمنظفات الأنيونية سامة للجمبري (بتركيز ٢.٥ جزء / مليون أو أكثر) وكذلك ليرغوث الماء (Daphnia) والحشائش ، والأسماك أكثر حساسية للمنظفات الكاتيونية وبغير الأيونية عنها للأنيونية .

ورغم أن بحيرة البرلس تعتبر أنقى البحيرات الشمالية المصرية ، فإنها تعرضت لعدة تغيرات محتمل أن تؤثر على بيئتها ، وإن كان مستوى المنظفات بها منخفضاً ، فبلغ ٨٩ جزء / مليون في الربيع وانعدم في الشتاء ، بمتوسط ١٧ جزء / مليون ، فتركيز المنظفات اعلى في مواجهة البوغاز أى من الماء المالح والذي مصدره أبو قير . فالمنظفات دليل تلوث حضري urban pollution ليئة البحر .

الملوثات العضوية :

فالملوثات العضوية بيئة غذائية صالحة للفيبريو Vibrio والايرومونات Aeromonas spp. التي

تسبب القروح ulcers والتسمم الدموي septicaemia في السمك .

وقد سجلت حالات زيادة تدفق الدم في الأوعية الدموية للخياشيم ، تغييرات في مخاطية الجهاز الهضمي في الأسماك التي تعاني من الضفوف بجانب نكروز necrosis وضمور atrophy الكلوي والكبد والطحال مؤدية لانخفاض ميكانزم الدفاع والمقاومة (المناعة) .

كما أن الملوثات العضوية تؤدي إلى زيادة التريما تودا والتفطيلات الخارجية من القشريات التي تقرض الجلد والخياشيم مؤدية إلى تقرحها فتكون عرضة لغزو الكائنات المرضية.

وقد يؤدي التلوث إلى تأثيرات جينية بجانب التسمم الخلوي بما يؤدي إلى زيادة معدل النفوق وتشوهات مثل شذوذ الهيكل العظمي skeletal anomaly والتي قد يسببها التعرض لبعض الكيماويات (كمركيبات الكلور العضوية) في الطور الأخير من حياة البرقات أو البيض.

السمك (تراوت) المغذى على عليقة تحتوى ٣٠ ٪ مخلفات صرف صحي تحتوى تركيزات عالية معنوياً من الكروم والحديد والنيكل والرصاص مع انخفاض محتواها من الصوديوم والبوتاسيوم مقارنة بالأسماك غير المغذاه على نواتج الصرف ، رغم أن القيم المتحصل عليها تعتبر داخل المدى المسجل للأسماك غير الملوثة .

فضلات صرف مصانع الورق غنية بالفينول والكبريتيد ، وعند تعريض البروك ٣٠ يوم لتركيزات تحت مميتة من هذين الملوثين (أقل كثيراً من تركيزيهما في مخلفات مصنع الورق) يظهر زيادة معنوية ومتدرجة لدليل الكبد الجسمي وفي محتوى كوليسترول المبيض والكبد ، وينخفض تدريجياً دليل المناسل الجسمي . تراكم الكوليسترول في المبايض وارتباطه بانخفاض دليل المناسل الجسمي ربما ينتج من نقص تخليق الاستيرويدات steroidogenesis . وزيادة كوليسترول الكبد يدل على فشل وظيفي للكبد مسئول عن الإضرار بنضج المبيض .

مناطق تكوير البترول على شاطئ البحر الأحمر السعودي عند جدة تحتوى مياهها على ٤ أعضاف المناطق الأخرى (مقارنة) من الهيدروكربونات ، ورغم ذلك فتحتوى كتلة هوائى نباتية (معبراً عنها بالكليوفيل a) أعلى من مناطق المقارنة بل أيضاً تعتمد أنواع الهوائى النباتية فيها عن المناطق النظيفة (المقارنة) . إذ تحتوى ٤٣ نوعاً من الديتوفلاجيلاتا dinoflagellates و ٢٤ نوعاً من الدياتومات diatoms ضد ٢٣ ، ١٦ نوعاً بالترتيب في المناطق النظيفة . وهذا يدعو للاعتقاد بأن فضلات البترول المسموح بها في مخلفات التكوير تشجع إنتاجية الماء الأولية .

إلا أن التلوث البترولى الناشئ من إحراق أكثر من ٧٠٠ بئر بترول كويتى في أثناء حرب الخليج وإلقاء وقود الدبابات في ماء الخليج أدى إلى كارثة بيئية ألحقت الدمار الشامل بالثروة السمكية ، إذ انخفضت درجة حرارة البحر حوالى عشر درجات بعد حجب السحب البخارية لأشعة الشمس مما خفض من نسبة تكاثر الأسماك وانقراض العديد منها ، كما أجبر السمك إلى تغيير عاداته الغذائية ليصبح أكل

لحوم لاتعتمد الأغذية الأخرى .

وجد أن أسماك وقشريات البحر الأحمر حساسة جداً عن الرخويات بالنسبة لسمية زيت البترول وقد وجد أن بترول سيناء أقل سمية عن بترول إيران، والجزء الأكثر سمية من البترول الإيراني هو الجزء الأقل غلياناً ، بينما الجزء الأكثر سمية من البترول السيناوي هو الجزء الأعلى غلياناً ، وتقل السمية مع الملوحة المتوسمة بينما تزيد مع الملوحة المتطرفة (٢٠ و ٦٠ جزءاً في الألف) . وتقل سمية بترول إيران بزيادة وقت تعرضه للماء (لأن الجزء الأكثر سمية هو الأقل غلياناً الذي يترسب) بينما بمرور الوقت تزداد سمية بترول سيناء في الماء (لأن الجزء الأكثر سمية هو الأعلى غلياناً الذي لا يترسب) . والسماك المعرض للبترول إما ينفق أو يزداد وزن الكبد فيه وياستمرار التعرض تكتسب الأسماك (سمك الأرنب) مقاومة ضد البترول .

يزداد تراكم المواد السامة بزيادة الرقي في السلسلة الغذائية ، ففي البيئة البحرية تحد مستوى الملوثات من مركبات ثنائي الفينيل عديد الكلورة PCBs تزداد من النباتات إلى الأسماك آكلة العشب إلى الأسماك آكلة اللحوم إلى الطيور آكلة الأسماك حتى يصل مستوى تلوث البيئة البحرية إلى عدة ملايين من الأضعاف في نهاية السلسلة الغذائية أى في الحيوانات .

ويزداد التأثير السام للمبيدات في المياه الضحلة حتى بتركيزاتها المنخفضة وتخزن الأسماك ٨ هـ - ٩٣ ٪ من المبيدات الملوثة للطف في أنسجة الجسم وإذا نقلت إلى مياه خالية من المبيدات تخرج حوالي ٦٠ ٪ مما هو متراكم في جسمها . ويخزن السمك (موسى) من المبيدات (د.د.ت) في المخ (٢٦٠ مجم / كجم) ٣ أضعاف ما يخزن في الكبد منها (٨٠ مجم / كجم) . ويبلغ إنتاج العالم من DDT ٢ مليون طن سنوياً ومن مجموعة الدرين - توكسافين (التي تحتوى الدرين ، كلوردان ، ديلدرين ، اندرين ، هبتاكلور ، توكسافين) حوالي مليون طن سنوياً .

وجد أن ثنائي الفينيل عديد الكلور (أروكلور Aroclor بمعدل ٢٥ مجم / كجم وزن جسم في ١ مل زيت arachis يحقن في البريتون أسبوعياً لمدة ٤ أسابيع) يزيد نشاط إنزيمات ميكروسومات الكبد مثل : (aminopyrine demethylase , p - nitroreductase , & UDP - glucuronyl - transferase) في التراوت والمبروك ، بينما زادت cytochrome P450 ومحتوى بروتين الميكروسوم في التراوت وليس في المبروك . وحدث انخفاض معنوي في اندروجينات واستروجينات والكورتيكويدات في بلازما الأسماك المعاملة خاصة في نهاية الأربعة أسابيع . وكان هناك ارتباطاً بين زيادة النشاط الإنزيمي وانخفاض مستويات هرمونات البلازما .

كما زاد نشاط إنزيم السيتوكوم P450 في كبد أسماك البلايس Plaice المعاملة بمخلوط ثنائي الفينيل عديد الكلور (كلوفين A 40 clophen) مع زيادة نشاط إنزيم الجلوتاثيون اس ترانسفيراز Glutathione - S - transferase كذلك لكن قيمة الهيموجلوبين انخفضت .

وزيادة الكلورينات العضوية (ثنائي الفينيل عديد الكلور ، DDE) في دهن خنزير البحر ارتبطت سلبياً بمستوى تستوسترون الدم مشيرة إلى أن وجود هذه المبيدات في البيئة يؤدي إلى عدم اتزان هرمونات الجنس مما يسبب تدهور تناسلي في الحياة البرية للكائنات المائية .

تعرض أسماك البلطي النيلي إلى ربع الجرعة LD50 من مبيدات الكلور بيريفوس chlorpyrifos أو اللانث لانث lannite تؤدي إلى انخفاض في نشاط الإنزيمات ثلاثي ادينوسين فوسفاتاز الكلى والمنشط بالصوديوم والپوتاسيوم والمنشط بالمغنسيوم خاصة في إنزيمات الخياشيم التي كانت أكثر حساسية عنه في إنزيمات الأنسجة الأخرى كالكلبد والمخ والكلى فقد انخفض نشاط الإنزيمات الثلاثة في الخياشيم بنسبة ٥٤ ، ٥٥ ، ٥٦ ٪ على التوالي فكانت الخياشيم أشد حساسية يليها المخ فالكلبد فالكلى . وكان أشد انخفاض في نشاط هذه الإنزيمات خلال الفترة ٦ - ٤٨ ساعة من تعرض الأسماك للمياه الملوثة بكل من المبيدين ثم استعادت الإنزيمات نشاطها تقريباً في اتجاه المستوى العادي بعد ١٢٠ ساعة رغم استمرار الانخفاض المعنوي في إنزيمات الخياشيم طوال هذه الفترة . ولقد كان مبيد الكلور بيريفوس أكثر فاعلية في إحباط النشاط الإنزيمي عن مبيد اللانثيت.

الاندوسلفان Endosulfan واحد من أشد المبيدات العضوية الكلورية سمية للأسماك ، إذ تظهر الأسماك حركات شاردة ، وتقلصات ، وإفرازات مخاطية شديدة . فتعرض الأسماك لمدة ٧٢ ساعة لجرعة تحت مميتة (٣ جزء / بليون في الماء) ، وجد أن إنزيم الفوسفاتاز القاعدي يزيد نشاطه في كبد وخياشيم السمك ، كما زاد نشاط إنزيم GPT في البلازما والخياشيم بينما قل في الكلبد .

وجد المبيد الحشري د.د.ت متراكم في عضلات أسماك البلطي النيلي في السودان بتركيز ١ ، ٠ - ٤ جزء في المليون في السمك الصحيح ظاهرياً ، وفي إسرائيل وجد مبيد الكولتھون cotnion ٥ - ١٠ مرات أكثر سمية عن الباراثيون parathion وأن الحد السام المميت منها ٤ ، ٠ - ٥ جزء في المليون ، ٥ ، ٠ جزء في المليون على الترتيب للأسماك وزن ٢٠ - ٣٠ جم .

استخدام المبيدات الحشرية (فنتروثيون Fenitrothion وكاربوفوران Carbofuran) بمعدلات استخدامها الآمن ولدة ١٢٠ يوماً أظهر انخفاض معنوي في قطر حويصلة وغروى colloid الغدة الدرقية ، بينما يزيد ارتفاع الطلائية .

المعاملة بالمبيد العشبي باراكوات paraquat ومبيد الحشرات ميثيداشن methidation تؤدي إلى تلف خلوي وضغوط على المبروك المعادي وذلك لوحظ من زيادة نشاط إنزيمات جلوتامات دي هيدروجيناز ، جلوتامات أوكسالواسيتات ترانس اميناز ، لاكتات دي هيدروجيناز في الدم ، إضافة لزيادة سكر الدم كذلك . ويتفاعل المبيدان معاً تعاونياً ويؤديان معاً إلى امتداد الفراغات خارج الخلوية في الكلبد وكذلك تحلل ذاتي لخلايا الكلبد .

تختلف مقاومة الأسماك للمبيدات العشبية المختلفة (أرسين Aresin ، بلادكس Bladex ، تافازين Tafazine والدالابون Dalapon) باختلاف نوع السمك ونوع المبيد العشبي.

أدى تحليل دهن عجل البحر seal blubber من محيطات وبحار العالم إلى اكتشاف مستويات مختلفة من المركبات الكلورية المختلفة بشكل يوضح توزيع هذه الملوثات على الكرة الأرضية مع بيان الاختلافات الجغرافية . وهذا يحتم ضرورة إجراء مسح وتحليل مستمر لمتبقيات المبيدات المختلفة.

ومن دراسة على ١١ نوعاً سمك في مصر تمثل بحيرات البردويل والمنزلة ومريوط وادى الريان لدى وجود متبقيات المبيدات ، وجد أن تركيز BHC - beta بلغ ٩,٦٨ جزء / بليون في أسماك بحيرة البردويل، بينما احتوت أسماك بحيرة المنزلة على كل من الليندان والهبتاكلور والالدين ومشتقات الـ د. د. ت بتركيزات من ٢,٥٣ جزء / بليون للهبتاكلور إلى ١٧,٤٤ جزء / بليون P,P - DDT كما وجد P,P - DDT والجاماكلوردان في أسماك وادى الريان بتركيز ٥٣,٩ جزء / بليون على الترتيب ، أما المالاثيون فقد وجد بتركيزات بلغت ٨١٧,٧ ، ١٩٢,٠ ، ١٠٤,٠ ، ٤٧,٤ جزء / بليون في أسماك بحيرات وادى الريان ومريوط والمنزلة والبردويل على الترتيب.

ويتحلل سمك القراميط والبطلط من محافظة بنى سويف ثبت احتوائها على فضلات المبيدات (مشابهات HCH مثل ليندان ، د.د.ت ، الدرين ، ديلدرين ، هبتاكلور ، هبتاكلور ابوكسيد ، هكساكلوروبينزين، اوكسيكلوردان) باستمرار وإن كانت بتركيزات منخفضة (٠,٠١ - ٢,٢٢ جزء / مليون)، ولقد كانت القراميط أكثر تلوثاً عن البطلط في عينات اليوم.

وقد أدت المبيدات المختلفة في بيئة أسماك المبروك إلى زيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة وأدت إلى زيادة عملية أكسدة الدهون. ويؤدى استخدام المبيدات إلى موت الأسماك والحشرات المائية والكاائنات القاعية المستخدمة في تقنية الأسماك ، كما تتراكم مبيدات الهاموش (د.د.د.) في البلانكتون، ويتراكم بتركيز أشد في الأسماك آكلة البلانكتون ، ويتركز أشد جداً في الأسماك آكلة اللحم ، فيكون في البلانكتون ٢٥ ضعف تركيزه في الماء، وفي الأسماك آكلة النباتات ٨ - ٦٠ ضعف المتراكم في البلانكتون ، وفي أكلات اللحم ٥٠٠ ضعف ما في البلانكتون . وحتى المبيدات التي ترش على الأرض تصل إلى الماء الأرضى ثم البحار فالأسماك في مياه الصرف إلى البحار . والجمبرى أشد حساسية للمبيدات عن الأسماك خاصة في الأعمار الصغيرة . بينما الرخويات البالغة فإنها لا تموت بل تركز المبيد في أجهزتها وأنسجتها مما يضر الإنسان لأنها تؤكل عادة دون طهي مما يؤدي لانتشار أمراض الكبد والجهاز العصبي.

الفصل الرابع الأمراض الطفيلية

يصيب مبروك الحشائش حوالي ١٤٨ طفيل مختلف ، كما يصيب البوري طفيليات تتباين من موقع إلى آخر ففي البحر الاسود عزلت ١٥ نوعاً من طفيليات البوري ، بينما في شرق البحر المتوسط عزلت ٣٤ نوعاً ، وفي شمال البحر الأحمر ٢٠ نوعاً ، وفي شمال الخليج الشمالي للمكسيك ١٩ نوعاً من الطفيليات، وفي خليج السويس تؤدي إصابة بوري البحر الأحمر بطفيل *Benedenia* sp. إلى جروح شديدة ونفوق السمك ، كما تؤدي الأشكال الكثيرة من trematode المنتشرة في بوري الشرقيين الأوسط والأقصى إلى مخاطر على صحة الإنسان في شكل أمراض معوية نتيجة تحوصل الميتاسركاريا في عضلات السمك .

وتنتشر طفيليات عديدة في بحيرة البرديول (رغم ملوحتها المرتفعة ٥٠ - ٧٥ جزء في الألف) وتصيب البوري وموسى ، والوضع أشد خطورة في بحيرة المنزلة وغيرها من البحيرات ، والأمر عادة يكون أخطر كثيراً في الزراعة السمكية المكثفة إذ قد تنتشر الطفيليات بشكل وبائي لتخلف كميات كبيرة من المادة العضوية في الأحواض (سمام ، أغذية ، زرق) خاصة في ركود الماء وارتفاع درجة حرارته وشدة كثافة السمك .

والطفيليات قد تكون خارجية أو داخلية ، وقد تكون أولية (بروتوزوا) أو ديدان مختلفة أو قشريات.

أولاً : الأمراض الطفيلية الأولية Protozoan diseases :

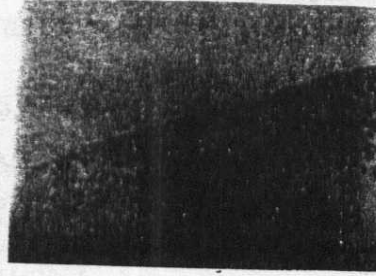
تسببها البروتوزوا وهي كائنات وحيدة الخلية منها ما يحمل أسواطاً أو أرجل كاذبة أو أهداباً أو تفتقد كل ذلك وقد تنتج جراثيم . وتصيب البلطي منها عديد من الأنواع وأهمها ، *Costia* , *Ichthyophthirius* , *Chilodonella* & *Trichodina* وكلها طفيليات خارجية .

ويصيب طفيل *Costia necatrix* معظم أسماك الماء العذب مسبباً مرض كوستيا *costiasis* في فصل الشتاء خاصة في الأسماك الضعيفة . ويظهر المرض بشكل طبقة بيضاء رمادية اللون على الجسم وقد يسبب احتقان ونزف الجسم عند شدة الإصابة مع حك الجسم بالأشياء الصلبة وسباحة غير طبيعية . وتعالج في حمام ملح (١ ٪ كلوريد صوديوم) لمدة ٢٠ - ٣٠ دقيقة أوبالفورمالين (٢٠ - ٢٥ مل / ١٠٠ لتر ماء أو ١٥ جزءاً في المليون) لمدة ٣٠ دقيقة أو في كبريتات النحاس (١٠٠ جزء في المليون) أو برمنجنات البوتاسيوم (١٠٠٠ جزء في المليون) ١٠ دقائق حسب الحاجة.

صورة بالميكروسكوب الإلكتروني
لطفيل كوستيا *Costia necatrix*
(*Ichthyobodo necator*)
O : مكان الالتصاق
F : الأهداب



اسفنجية أدمة جلد السمك المصاب
بطفيل كوستيا .



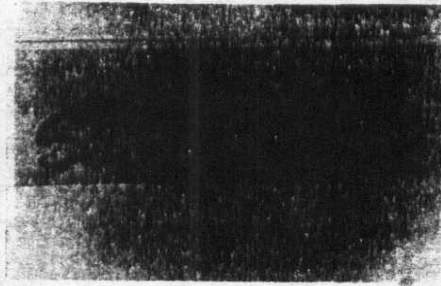
ومرض كوستيا يسببه طفيل (بروتوزوا) *Ichthyobodo necator* الذي يخفض شهية السمك للأكل ويضعفها ويزيد من نفوقها ويحطم خياشيمها وزعانفها وجلدها ، وتلف الأسماك على سطح الماء . وتتواجد هذه الطفيليات في مدى حرارى متسع (٤ - ٢٨°م) . وتؤدي هذه البروتوزوا الى تضخم خلايا ملبجي واندماج الصفائح الخيشومية الثانوية واختفاء الخلايا الكاسية.

أما طفيل *Ichthyophthirius multifiliis* فينتشر بشكل وبائي في كثير من مناطق العالم مسبباً مرض البقع البيضاء (Ichthyophthiriasis) المعروف باسم إيش (إيك) Ich الذي يظهر الأسماك مغطاة ببقع بيضاء اللون صغيرة قد تلتحم معاً في بقعة بيضاء رمادية أكبر قد تسقط من الجلد وتحاول الأسماك دك جسمها بأي سطح صلب. ويعالج بأخضر المالاكيت (٠.١ مجم / لتر ماء) لمدة أيام قد تصل إلى ١٠ أيام ، وبالفورماليد وأزرق الميثيلين ، وكذلك رفع درجة الحرارة إلى ٣٠°م يفتل الطفيل.

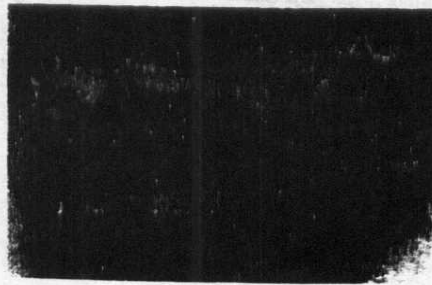
وطفيل *Chilodonella cyprini* يصيب المبروك والبطلى وغيرها من أسماك الماء العذب مسبباً مرض chilodonelliasis يظهر في شكل بقع بيضاء مزرقة معتمة وقد يتساقط الجلد المصاب الميت وتميل الأسماك إلى الاحتكاك بالأجسام الصلبة وقد تتنفس بصعوبة لإصابة الخياشيم بالطفيل ويعالج بحمام ملحي (١٪ كلوريد صوديوم) لمدة ١٠ دقائق ، أو بأخضر المالاكيت (٠.١٥ مجم / لتر).

ومن الطفيليات الداخلية في القناة الهضمية طفيل *Hexamita* (Octomitus) المسبب لمرض Hexamitiasis (Octamitiasis) وينتشر في المعدة والأمعاء والكبد والمرارة وقد ينتشر في حالات معينة كذلك في دم الأسماك . ويؤدي المرض إلى غطس السمك المصاب في قاع الحوض مع سباحته سباحة مفاجئة . ويعالج بالكالومي (كلوريد زنكوز) في الغذاء بمعدل ٠.٢ ٪ لمدة ٤ أيام ، أو بإضافة كاربريسون إلى الغذاء بنفس المعدل لنفس المدة أيضاً ، وباستخدام الفيورانازاينون (٢٥ مجم / كجم من وزن السمك) لمدة ١٤ يوماً .

والكوكسيديا *Eimeria* من الطفيليات الداخلية في الأمعاء للأسماك المختلفة خاصة المبروك ومنها عدة أنواع مثل *E.subepithelialis* وكذلك *E.carpelli* . ومن الطفيليات الخطيرة التي تسبب أمراض السمك كذلك الطفيل الداخلي المسمى *Myxosoma cerebralis* المسبب لمرض الدوران Whirling نتيجة انتشار الطفيل من الأمعاء إلى غضاريف الرأس والعمود الفقري عن طريق الدم فتظهر الأسماك حركة دورانية حول نفسها إضافة إلى تشوه الفك وانحناء العمود الفقري وينصح بعدم بيع الأسماك المصابة لعدم وجود وسائل علاجية .



إصبعيات تراوت مصابة بمرض
الدوران مع انحنا العمود
الفقرى وأسوداد مقدم الجسم.



ومن الطفيليات الأولية الداخلية التي تصيب الجهاز الدموي Haemoparasites طفيل Trypanosomes الذي يصيب العديد من الأسماك وينسب الطفيل إلى النوع السمكي الذي يصيبه وينتقل في أمعاء أنواع الملوك (الديدان) المختلفة إلى الأسماك. وهناك حوالي ٧٠ نوع تريپانوسومات تصيب أسماك الماء العذب إضافة إلى أكثر من ٤٠ نوعاً آخر تصيب الأسماك البحرية، ويفترض فيها جميعاً بأنها مرادفات لنفس النوع لكنها متعددة لنسبها لأنواع أسماك مختلفة. وتؤدي هذه الطفيليات إلى تغييرات بيوكيماوية وفسيولوجية لنواتج ميتابوليزم الطفيل الناشئة في الدم.

والأخطر من الطفيل السابق هو طفيل أولى داخلي دموي آخر من مجموعة Oxytobia فهو أشد خطورة على الأسماك، وتنتقل كذلك بواسطة الديدان إلى الأسماك فتؤدي إلى فقر الدم وانسداد الشعيرات الدموية ويشح لون الجلد والخياشيم وتبرز العين مع ضعف عام للأسماك ونعاس. وقد وصف من الكريبتوبيا حوالي ٣٠ نوعاً في أسماك المياه العذبة ونوعين في الأسماك البحرية. وقد توجد بعض الكريبتوبيا في معدة الأسماك وتسمى الكريبتوبيا كذلك وتنسب إلى نوع السمك الذي تصيبه. وللحفاظ يجب التحكم في الديدان الطفيلية الماصة للدم (وسيلة نقل الطفيل) باستخدام الماسوتن Masoten بمعدل ١ جم / ٤ م ماء في الأحواض السمكية أو في حمام لمدة ٥ دقائق بتركيز ٥ ٪. وقد تغطس الأسماك في شبكة في محلول هيدروكسيد الكالسيوم (لمدة ٥ ثوان) تركيز ٢٠٠ جم / ١٠٠ لتر ماء، وتطهر الأحواض بأكسيد الكالسيوم أو سياناميد الكالسيوم برشها على المسطح الكلي بمعدل ٢ - ٨ طن / هكتار. وتقاوم الكريبتوبيا كذلك بأزرق الميثيلين في الغذاء بمعدل ١ كجم / طن لمدة شهر أو ١ جم / ٥ لتر ماء لمدة أسبوع في تانكات خاصة.

ثانياً : الأمراض المتسببة عن الديدان في السمك Fish worms :

تتباين أشكال الديدان من مسطحه إلى اسطوانية وكيسية وشريطية، ومن الديدان ما يتطفل خارجياً أو داخلياً.

١ - ديدان الملوك leeches :

طفيليات خارجية كثيرة الانتشار في الماء الساكن وتهاجم كل أنواع الأسماك، وهي اسطوانية ماصة للدم (بطول ٢ - ٣ سم وقطر ١ مم) فتؤدي إلى ضعف السمك وجرحه وتعريضه لإصابات أخرى ثانوية. وتعالج بتفريغ الحوض وعمل حمامات للسمك في شبك في محلول ليزول (١ مل / ٥ لتر ماء) لمدة ٥ - ١٥ ثانية وهو مخلوط من الكريزول والصابون بنسبة ١ : ١، وقد تعالج في حمام ملحي (١ ٪ ملح طعام) لمدة ٢٠ دقيقة (أو ٢ ٪ لمدة ١٠ دقائق)، أو في حمام جير (٠.٢ ٪ جير حتى لمدة ٥ ثوان)، مع تجبير الحوض إذا كانت منتشرة كوياء.

ب - الطفيليات النوية المفلحة : Platyhetminthes worm parasites :

هناك الكثير من الديدان الخارجية المسببة لمشاكل مع السمك ومنها النودة الكبدية في الخياشيم

Dactylogyrus gill fluke) التي تهاجم الخياشيم لصغار السمك (٢ - ٥ سم طول قياسي)، وهي قصيرة دورة الحياة . فعدم زيادة كثافة السمك وحسن تغذيته تساعد على سرعة نموه وانخفاض مشاكل هذا الطفيل. كما تؤدي ديدان *Gyrodactylus* إلى إحصار بطن السمك المبروك والزعانف الزوجية والخياشيم نتيجة القروح التي تحدثها الديدان ، وتخفف الإصابة في حالة جودة التغذية وعدم ازدحام الحوض بالسمك . وتقيد معاملة الأحواض بالفورمالين (٥ ، ٥ جزء / مليون) أو في حمام ملحي ٢٥ جم / لتر لمدة دقائق.

ومن الديدان المفلطحة الداخلية لأسماك الأحواض كذلك طفيل *Hemistomum spathaceum* الذي تحمله الطيور خاصة النورس *gulls* وتنمو يرقاته في قواقع الماء العذب *Limnaea stagnalis* والتي تخرج كسركاريا حرة العوم في الماء حول القواقع فيظهر الماء بمظهر بني وتهاجم السركاريا الأسماك وقد تؤدي إلى قتل السمك بتكاثر الطفيل في جسم السمك وقد تؤدي إلى العمى عند إصابة العين ، ويتم المقاومة للطفيل بالتخلص من القواقع بتجفيف الحوض وتجفيفه . وتؤدي ديدان *Diplostomum* إلى عمى البلطي، وأمكن التغلب عليها بتخزين الأحواض بأسماك آكلة للرخويات كمائل وسيط للطفيل .

والديدان المفلطحة الداخلية التي تصيب الأسماك أخطرها الثاقبات *trematodes* والتي تصيب السمك بأحد أطوارها (السركاريا) بينما الطفيل البالغ يصيب الطيور . وأفضل مقاومة لهذه الديدان بتربية الأسماك آكلة الرخويات *Molluscivores* ومقاومة الطيور آكلة الأسماك *piscivores* . ومن بين هذه الديدان (التريمتودا) الدودة الكبدية للدم *Blood fluke (Sanguinicola)* ومنها ١٠ أنواع طولها ١ - ٦ مم وتعيش في الجهاز الدوري للسمك والأوعية الدموية للخياشيم ، وتدخل السركاريا إلى السمك عن طريق الخياشيم والجلد وينتشر بيضها في كل أعضاء الجسم ، ويسد بيضها أوعية الدم بالخياشيم محدثة جلطات دموية وانسدادات فتموت أنسجة الخياشيم لعنفها *necrosis* فتضعف الأسماك وتموت . وقد يفيد التجبير في تطهير القواقع كموائ وسيطة أو استخدام كبريتات النحاس أو كلوريد النحاس أو خلات النحاس (٧ جم / ١٠ م ماء) لقتل القواقع . ولقد ثبت وجود السركاريا المتحوصلة في الأسماك النيلية (بلطي ، بياض ، شال) بنسبة ٤٦ - ٧٠ ٪ بينما لم توجد في قشر البياض .

ج - الديدان الشريطية (Cestodae) : Tapeworms :

تصيب الأسماك وتنقل إلى الإنسان الذي بدوره يخرجها الإنسان في برازه إلى نوع من القشريات التي تتغذى عليها الأسماك وتستمر دورة حياة الطفيل. وأخطر هذه الديدان على الأسماك هي *Caryophyllaeus laticeps* التي تتواجد يرقاتها في ديدان *tubifex* التي تنتشر في طين الأحواض فتصاب الأسماك عند التغذية على هذه الديدان الأخيرة كغذاء طبيعي . وتعالج هذه الحالة بالرعاية الجيدة لأرضية الحوض وتجفيفه وخدمته وتجفيفه.

ومن الديدان الشريطية كذلك دودة *Ligula intestinalis* التي تعيش في أمعاء الطيور المائية بينما تتواجد يرقاتها في تجاويف الأسماك ، وطولها ١٥ - ٤٠ سم وتنتشر في الماء المفتوح أكثر من أحواض المزارع .

د - الديدان الكيسية Aschelminthes :

ومنهما الديدان الخيطية Nematoda التي تؤثر على نمو السمك وتسبب نفوقه حسب درجة شدة الإصابة ، وتعتبر الطيور المائية Aquatic birds والأسماك آكلة الأسماك عوائل للنيماطودا التي تشكل خطورة على أحواض السمك . ومن هذه الديدان ما يتواجد في أوعية الدم للخياشيم ، وتؤدي إصابة سمك موسى ببييضها إلى ظهور بقع سوداء . كما تنتشر النيماطودا في أسماك بحيرة السد العالي بنسبة ٤٦ ٪ في البلطي النيلي ، ٦٠ ٪ في قشر البياض وتتواجد في تجاويف السمك وأحشائه وعضلاته وخياشيمه . وتقاوم بصيد الطيور المائية والزواحف .

هـ - الديدان الخيطية (Acanthocephala) Anchorworms :

تتطفل على الجلد والخياشيم وأحياناً في التجويف الفمى مسببة هزلاً شديداً للأسماك . وقد تنتشر في أعضاء الجسم الداخلية . وتتوقف شدة الإصابة بهذه الديدان على نوع السمك فبعضها غير معرض لهذه الديدان بينما بعض أنواع السمك الأخرى المصابة قد تصل نسبة النفوق فيها ٧٠ ٪ . وللعلاج تستخدم البرمنجنات (٠.١ ٪) لدقيقة أو ترش الأحواض بمبيد الدييتيركس بتركيز جزء في المليون ، أو باستخدام اليزول (٠.١ ٪) لمدة دقيقة .

ثالثاً : الطفيليات القشرية Crustacean parasites :

ينتشر طفيل مجدافى الأقدام الكوبيبود Copepod (Lernaea) على السمك فيهاجم الخياشيم وأى جزء في الجسم حيث يدفن الطفيل نفسه في جيوب القشور وتبرز أكياس البيض حرة ، ويظهر الطفيل بالعين المجردة على شكل حرف (Y) مقلوب ، وينتج الطفيل ١٠ - ١١ جيل في السنة فهو سريع الانتشار وإن كان غير مميت لكنه يضر بالسمك وحالته . ويعالج في حمام فورمالين ٢٠٠ سم ٢/١٠٠٠ لتر ماء لمدة ساعة فيبيد المراحل الصغيرة من الطفيل ، والأكفا هو استخدام فرشاة ناعمة لإزالة الطفيل من السمك القيم . كما تصاب الأسماك بكوبيبود Ergasilus يعالج بالتجفيف والتجيير .

ومن القشريات الطفيلية كذلك قملة السمك fish louse من جنس Argulus وأجناس أخرى وهي لها شكل قرص أحمر مفلطح يتعلق بجسم السمك من الخارج (أى لا يخترق الجسم مثل Lernaea) أو على الزعانف وفي الفم وتجويف الخياشيم ، وتمتص سيرم دم السمك وعصائر أنسجته بل وتحقن السمك بسم يؤدي إلى التهاب وقروح وربما تحمل جراثيم استسقاء البطن المعدي ، وسمها كاف لقتل صغار السمك ، وأمكن علاجها باستخدام حمام من الليندان lindane تركيز ٨ مل / ١٠ آلاف لتر ماء . ويمكن تجنبها باستبعاد الأسماك البرية والضفادع كما أمكن علاجها في حمام برمنجنات بوتاسيوم ١ جم / ألف لتر ماء لمدة ١٠ - ٥ دقائق ، كما أن تجفيف الحوض وتجويره يجنبنا هذه الطفيليات لأن بيضها ويرقاتها لا تتحمل الجفاف .

لذا يجرى تطهير أسماك التربية بمعاملتها ببرمنجنات البوتاسيوم ١٠ جزء / مليون لمدة ساعة يليها ٤ - ١٢ ساعة في تركيز ١٥ جزء / مليون فورمالين مع ١ جزء / مليون أكريلافين acriflavin بشكل روتيني.

والقشريات عدد كبير من الأنواع تسبب تلفاً كبيراً ونفوقاً بنسبة كبيرة في أسماك المزارع خاصة في ظروف الزحمة فتعيق النمو . ومنها Branchiura , Copepoda & Monogenetic trematodes وهي تسبب جروحاً مفتوحة فتسهل هجوم وإصابة بعدوى ثانوية فيكثر النفوق . والجنس الأول يقاوم بالمبيد ليندان ٠.٢ جزء في المليون أو بوضع عصيان في الحوض تبخض عليها القشريات وتجمع يومياً فتقل الطفيليات. ويقاوم الجنس الثاني بحمام ملح الطعام تركيز ٢ ٪ لمدة ١٥ ق والأكفأ برمنجنات البوتاسيوم ٢٠ جزء في المليون ١-٤ ساعات تقتل ٩٠ - ١٠٠ ٪ من القشريات البالغة التي تنفوس في لحم السمك وقد يرش الحوض بالدييتركس ٠.٢٥ جزء في المليون فتقل ١٠٠ ٪ من مراحل الكوبيدودا، والرش كل أسبوع مفيد جداً للتخلص من كل أطوارها . وقد سجلت في مصر إصابة البلطي الزيللي بالكوبيدودا (ارجاسيلس Ergasilus) بدون نفوق. والجنس الأخير يضم ٧١ نوعاً تتطفل على ٧٥ نوعاً من السمك في غرب إفريقيا وحدها فهي تصيب الجلد والخياشيم وتلف بشدة صغار البلطي كما تشكل خطراً كبيراً على المفرخات والمراحي ، وتتجول على سطح السمك وتلف قرنية العين بخلافاتها . وأهمها خطورة على مزارع البلطي Cichlidoxyridae .

الفصل الخامس الأمراض الميكروبية Microbial diseases

انتشار أمراض الأسماك في المناطق الساحلية لها تأثيراتها على الثروة السمكية وصحة الإنسان إذ أن الطفيليات والأمراض السمكية المعدية غالباً ما تنتقل إلى الإنسان فتسبب الخطر لمستهلكي السمك كما أن السمك المريض أو الذي يعاني اضطرابات وضعفاً يصبح صيداً سهلاً للمفترسات لضعف مقاومتها وعدم هروبيها لضعفها ، وينخفض نمو هذه الأسماك المريضة ويعاق تطور مناسلها فتتخفض جودة السمك وتنخفض حيوية المشيرة السمكية .

ميكانزم الضغط (أو الاضطراب) Mechanism of stress :

يعرف الضغط أو الاضطراب بأنه حالة ناتجة من عوامل بيئية أو غيرها والتي تصل باستجابة الأكلة لحيوان ما إلى ما تحت المدى الطبيعي ، أو التي تؤدي لاضطراب الوظائف الطبيعية للمدى الذي قد يخفض من فرص الحياة معنوا . ويمر جسم السمك تحت هذه الضغوط بتغيرات ظاهرية وكيميائية وفسيولوجية تمكنه من التأقلم مع عوامل البيئة غير المناسبة وتعرف هذه التغيرات بأعراض التأقلم العامة General "GAS" Adaptation Syndrome والتي تمر بثلاث مراحل (غير مرتبطة بنوع السمك أو نوع المثبطات)

وهي :

- ١ - مرحلة الإنذار alarm phase ، ويتميز بتفاعلات رجعية ظاهرية وفسيولوجية ، وإذا كانت مسببات الضغوط قوية وسريعة فقد تنتهي هذه المرحلة بالنفوق .
- ٢ - مرحلة المقاومة resistance phase ، ويتميز بالتأقلم للوصول إلى حالة اتزان تحت الظروف المتغيرة .
- ٣ - مرحلة الإعياء exhaustion phase ، وخلالها تجمز الأكلة ولا يمكن حفظ حالة الاتزان وتكون التغيرات غير رجعية وتنتهي بحالة من ثلاث :
 - ١ - انخفاض المقاومة .
 - ب - تثبيط النمو .
 - ج - فشل وظيفة المناسل أو حتى النفوق .

وتحت تأثير العوامل المثبطة أو المؤدية إلى الضغط بنية الهيبوثالامس hypothalamus الفص الأمامي للغدة النخامية Pituitary لإفراز هرمون ادرينوكورتوتروفيك Adrenocorticotrophic (ACTH) الذي ينبه بدوره النسيج الداخلي للسك (المائل لقشرة فوق الكلية في الثدييات) لإفراز الكورتيزون cortisone (كورتيكوستيرون corticosterone و أيبينيفرين epinephrine) والذي يسمى كذلك بهرمون الضغط Stress hormone ، ويعمل الكورتيزون على ميتابوليزم البروتين والكربوهيدرات وكذلك على الجهاز الليمفاوى . وفى ظل تأثير الكورتيكوستيرويدات يختل الاتزان المعدنى فى سوائل الجسم فيزيد امتصاص الصوديوم والكلور بينما يخرج البوتاسيوم من الجسم ، ويزيد مستوى جلوكوز ولاكتات والأحماض الدهنية فى الدم ، وينخفض محتوى الكبد من الجليكوجين ومحتوى العضلات من البروتين (ميزان ازوت سالب) فيؤدى إلى خفض وزن الجسم . ويؤدى خروج الثيروكسين المتزايد (نتيجة تنبيه الدرقية) إلى زيادة تكسير البروتين . هذا بجانب تثبيط الجهاز الليمفاوى بما يضر بميكائزم الدفاع أو المناعة المقاومة . كما يؤدى الهيبوثالامس إلى تنشيط الجهاز العصبى الليمفاوى بما يزيد إنتاج الكاتيكولامينات Catecholamines (ادرينالين adrenaline ونورادرينالين noradrenaline) من خلايا الكرومافين chromaffin (شبيهة بنخاع الأدرينال فى الثدييات) . وتخلق هذه الهرمونات يستهلك حمض اسكوربيك ولذلك ينخفض حمض اسكوربيك الدم فى أثناء الضغط . وفيتامين ج هذا مسئول عن صحة وسلامة خلايا الطلائية مثل الأدمة وبطانة الخياشيم ومخاطية الجهاز الهضمى . وتؤدى الكاتيكولامينات إلى زيادة ضربات القلب heart beats وإدراج البول diuresis وزيادة جريان الدم hyperaemia فى الأوعية الدموية الفرعية بما يؤدى لاضطراب ميكائزم التنظيم الاسموزى فى كلى من أسماك المياه المالحة والغذبة .

أولا : الطفيليات البكتيرية Bacterial parasites :

البكتيريا كائنات أولية خلاياها عديمة الغشاء النوى ومادتها الوراثية محمولة على كروموسوم مفرد ، وتتكاثر بالانقسام وبعضها ينتج الجراثيم Spores . تؤدى طرق التربية المكثفة للسك فى أحواض إلى مشاكل صحية بين المستهلكين الأدميين لهذه الأسماك ، وأهم هذه المشاكل التى تسببها التغذية على السك هى التسمم الغذائى ببكتريا كلوستريديم بوتولينيوم وكلوستريديم بيرفرينجينس التى يتم عزلها من أنسجة العضلات والأعضاء الطازجة من هذه الأسماك . وتتوقف شدة الإصابة للسك بهذه البكتريا على الظروف الصحية وطرق الصيد والنقل والتخزين والتصنيع . ويمكن التغلب على هذه البكتريا بالتجيير أى نقع السك فى محاليل جير ١٥ - ٢٠ دقيقة على حرارة ٥٠ - ٦٠° م أو بالتعريض لأشعة الشمس أو بالتشعيع . قد يرجع ارتفاع نسبة نفوق المراحل الأولى من السك إلى عديد من العوامل من بينها إصابة البيض بالبكتريا مثل الفيبريو والليستيريا والكوريناكتريا والاستافيلوكوكس . ومن البكتيريا المرضية للأسماك :

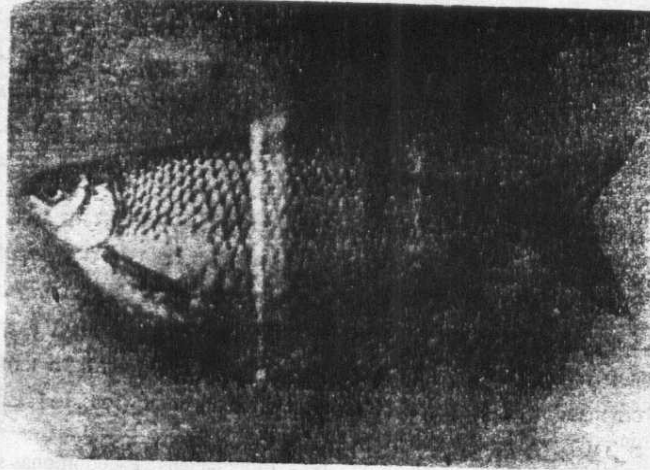
- **Flexibacter columnaris** : التى تصيب الإصبعيات وترفع نسبة النفوق إلى ٩٠ ٪

- في ظرف ٤٨ ساعة لإتلافها للجلد والخياشيم (فتخثق الأسماك) وإفرازها سموم بكتيرية .
ومرض الكولنارس يصيب معظم أسماك الماء العذب ويعالج بالمضادات الحيوية .
- **Pseudomonas fluorescens** : تسبب تسعما دمويا مصحوبا بنزف للأسماك ،
والمرض يوصف بجدرى السمك Fish pox لوجود تقرحات حمراء على السطح الظهري خاصة .
ويطلق عليه مرض الجلد الأحمر red skin disease .
- **Pseudomonas sp** : مميتة للأسماك في ظرف ٢٤ ساعة من حدوثه ، وتظهر ببقع
حمراء على الجدار البطني ، وقد تدخل مع جدرى الأسماك والتسمم الدموي النزفي البكتيري .
- **Edwardsiella tarda** : تصيب الأمعاء ويظهر بأعراض جلدية بسيطة وتصيب عادة
الأعضاء الداخلية (كبد ، كبد) فتصير سهلة التخميط Friable ، وقد ترافق الإصابة بالتسمم
الدموي النزفي البكتيري . وهذه البكتيريا توجد في مخلفات ودم الحيوانات والإنسان وفي الماء
كذلك .
- **Enterobacter sp** : وتوجد في روث الإنسان والحيوان وفي التربة والماء وتصيب أنواعاً
كثيرة من الأسماك بمرض الفم الأحمر والتسمم الدموي .
- **Vibrio anguillarum** : تؤدي لمرض Vibriosis في مزارع أسماك الماء المالح
وانتشر في أنواع الماء العذب بتفديتها على مخلفات أسماك البحر ويؤدي لنكته لون الجلد وإحمرار
بالجلد ويتنشر عليه التقرحات مع تضخم الطحال وامتلائه بالماء وقد يصاب الكبد بنفخ
الأعراض .
- **Aeromonas hydrophila** : تؤدي لتسمم دموي (مصحوب بنزف) بكتيري
Bacterial haemorrhagic septicaemia تنطلي فيه تجويف البطن بالسوائل ويتقرح الجلد ،
ونزف دموي لتسمم الدموي البكتيري عامة . وقد أعطى المرض أسماء أخرى مثل استسقاء
البطن المعدى infectious dropsy ، المرض الأحمر ، الداء الأحمر red pest وهو منتشر في
العالم كله ويصيب مزارع المبروك ومزارع الأسماك الأخرى .
- **Aeromonas salmonicida** : منتشرة في العالم وتصيب السلمونيدات والمبروك
وغيرها (وتضبه البكتيريا عالية سابقة الذكر) .
- هناك بكتيريا أخرى لم يتم التعرف عليها تؤدي لأمراض مثل عفن الزعانف والذيل Fin and tail rot
مرض التقرح البكتيري Bacterial ulcerative disease - ركز لاه مرض
العفن الكبدي البؤري Focal hepatic necrosis .
- وفي مصر وجد أن بكتريا **Providencia rettgeri** تؤدي إلى ارتفاع نسبة النفوق في
أسماك البلطي النيلي في مصب النيل في البحر المتوسط قرب أبنينا . وقد كانت العدوى أكثر حدوثاً في

الإناث الناضجة خلال موسم وضع البيض وقد يرجع ذلك للتيار المعاكس الناتج من القناطر مؤديا لظروف غير مناسبة لعملية وضع البيض مما يؤدي لنوع من الاضطراب الذي قد يخلق سلسلة من ردود الأفعال الهرمونية تنتهي بخفض المقاومة . وهذه البكتيريا تؤدي لفقد حوالي ١٥٠ طنا سنويا من البلطي والمبروك الفضى ، وجدير بالذكر أن هذه البكتيريا تؤدي إلى إصابة القناة البولية في الإنسان (كما تنطف الكلى في الأسماك البلطي) . وخطورة هذه البكتيريا التي عزلت من الإنسان أنها تقاوم بشدة كثير من العقاقير الكيميائية إلا أن السلالات المعزولة من البلطي كانت حساسة لدى كثير من المضادات الحيوية . يفحص كائنات بحرية (بوري ، سردين ، محار ، جمبري ، كابوريا) من بحيرة التمساح بالإسماعيلية ومن أسواق التجزئة لوجود البكتيريا ، وجد أن كائنات البحيرة المدروسة كانت شديدة التلوث ببكتيريا الكولاي المرضية والروثية ، السالمونيلا ، فيبريو ، ستافيلوكوكي . وكان هناك ارتباط جيد بين وجود الكولاي الروثي والسالمونيلا . كما كانت بكتيريا الفيبريو *Vibrio parahaemolyticus* شديدة الإصابة لأسماك البحيرة عنها في أسماك السوق . وكانت المحار والجمبري أكثر تلوثا بالاستافيلوكوكي مقارنة بالأسماك .

وتؤدي إصابة القراميط بالبكتيريا *Aeromonas hydrophila* إلى ارتفاع نسبة النفوق ، والسماك المقاوم يظهر عددا عاليا من البكتيريا في كليتيه الجذعيتين *trunk kidneys* ، مع ظهور أضرار مرضية في أنسجة الخياشيم والكبد والطحال والكلى الجزمى والكلى الرأسى *head kidney* . أدى فحص التراوت السليم ظاهريا إلى الكشف عن ارتفاع نسبة الإصابة للعين والطحال ببكتيريا *Aeromonads* وإن خلى الدم منها ، بينما *Streptococci* تراجعت في الدم والعين والطحال . وقد سجل انتشار مرض الطاعون الأحمر (*vibriosis*) *Red pest* في الحنشان في بريطانيا ، وقد زعم أن السبب يرجع إلى ضغوط شديدة من جراء ارتفاع درجة حرارة الماء عند المصب مع انخفاض تدفق الماء العذب من الأنهار المصابة ، وقد أظهر الفحص البكتريولوجي وجود بكتيريا *Vibrio sp.* .

استسقاء بطنية معدية *Infectious abdominal dropsy* وقد يطلق عليه عن الدم النزفي البكتيري أو مرض الدم الأحمر مرض منتشر في مزارع المبروك يسبب خسائر كبيرة ويصيب أنواعا أخرى وتسببه بكتيريا *Aeromonas (Pseudomonas) punctata* وإن اعتقد البعض أن سببه فيروس . إلا أنه عادة تحدث عدوى فيروسية أولية يصحبها غزو بكتيري ثانوي . وتظهر في الربيع وتنفق الأسماك من التهاب البطن



أسماك مصابة بشدة باستسقاء بطنية معدية

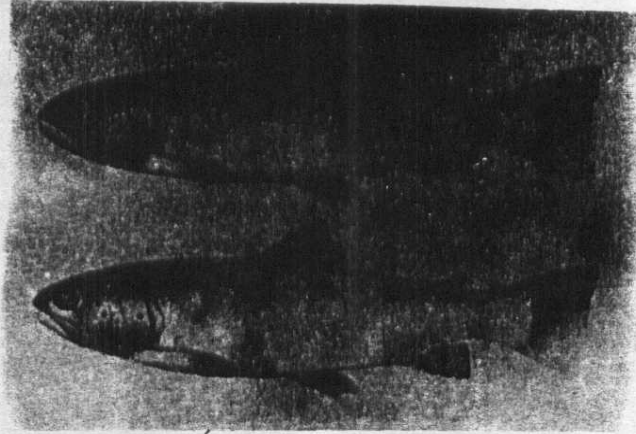


أسماك مصابة بمرض الاستسقاء البطني المعدي مظهرة تقرحات في
النسيج العضلي محدثة جروح حمراء قائمة محددة بحواف مبيضة .
والزعنفة الظهرية مصابة كذلك

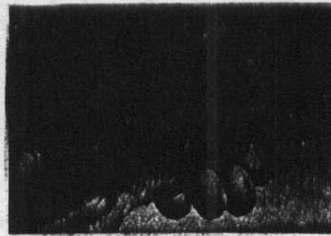
وتجمع سائل أصفر أو طويبي في تجويف الجسم وتتقرح أجزاء من الجسم التي يظهر بها مناطق دموية كما تتحلط أجزاء من الزعانف . ويقاوم المرض بإزالة كل مسببات ضعف الأسماك مثل التغيرات البيئية المفاجئة والبرد القارس وإطالة التخزين والتداول الغير ضروري ونقص الغذاء الطبيعي وكثافة التخزين. وعند حدوث المرض يزال السمك الميت والمريض ويعد صرف الحوض يجفف ويجير . والعلاج تستخدم المضادات الحيوية التي تؤثر على البكتيريا ولا تؤثر على الفيروس .

ومن المضادات الحيوية المستخدمة لعلاج البكتيريا الكلورامفينيكول وأوكسي تتراسيكلين وستريبتوميسين (وهما أكثر فاعلية ويستخدمان مع الملقح) . ويحقن الكلورامفينيكول بمعدل ١ - ١,٥ مجم / ١٠٠ جم سمك بإذابتها في ١ - ٢ مل ماء حسب حجم السمك . وقد يجرى حمام مضاد حيوي من الكلورامفينيكول (٦٠ مجم / لتر ماء) لمدة ١٠ ساعات ، أو يوضع المضاد الحيوي في الغذاء لتستهلك السمك وزن ١٠٠ جم ١ مجم / يوم . ويصاب البلطي الإفريقي بالعديد من هذه الأمراض البكتيرية مثل مرض الالتهاب المعوي الرشحى Catarrhal enteritis ومرض الزعفة البكتيرية Bacterial fin disease والاستسقاء Ascites والتسمم الدموي النزفي Haemorrhagic septicemia ، وقد عزلت منه بكتيريا Aeromonas ، Pseudomonas sp. ، Liquefaciens ، وغيرها من الأمعاء والكبد . وهناك عدوى مرضية في السمك تعرف باسم Furunkulosis تسببها بكتيريا Aeromonas ، فتظهر أعراضها في شكل قرح مدعمة ومتقيحة (دمل) مع نزف في الجلد والعضلات ، أو تظهر في شكل التهاب معوي أو فقر دم . ويعرف المرض بعزل البكتيريا ، لأنه يمكن أن تختفى علامات المرض ويزيد الفقد في السمك إذا لم تعزل ^{بسرعة} البكتيريا . وهنا يسهل علاج المرض في المزارع باستخدام العلاج الكيميائي أو المضادات الحيوية في الغذاء . وكذلك يمكن إعاقه المرض بسبل المقاومة في المزارع الموبوءة أو المهددة بخطر المرض . والعلاج الاكيد هو الايروميسين Aureomycin ، بينما البنسلين وغيره يتطلب زيادة تركيزه عشرة آلاف ضعف ، ويتشابه تأثير كل من السلفوناميد والبنسلين فيضاف الايروميسين أو الفلوكساسون Furoxon بتركيز ١ - ٠,٢ ٪ في الغذاء الجاف مرتين لمدة ٥ أيام كل مرة بينهما فترة انقطاع عدة أيام . والمقاومة تكفى الايروميسين بتركيز ٥٠٠ ٪ ، وتستخدم جرعة المقاومة للعلاج لكن على فترة طويلة بينما التركيز ١ - ٠,٢ ٪ ربيع العلاج . ولايفضل استخدام السلفوناميد ، لآثارها الجانبية بفعلها ^{المضاد} للفييتامين حمض الفوليك ، فتظهر ^{أعراض} نقص حمض الفوليك باستخدام السلفوناميد .

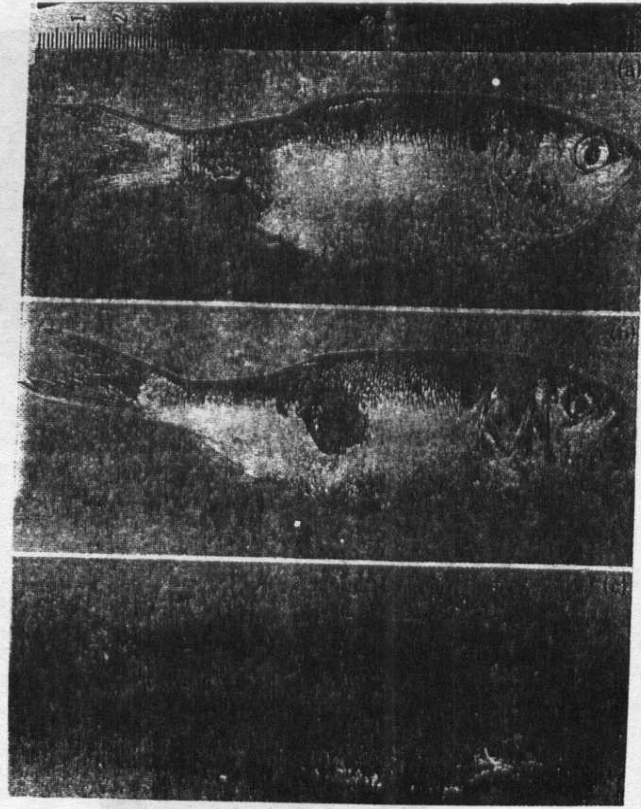
و. راض مرض التقرح Ulcer disease syndrome تنتشر في الأسماك وقد تسببها بكتيريا (ايرومونات أو فيجيري أو بزيرومونات) خلافا للتقرح الحادث بالطفرات (مثل افانوميسيس وسابروجنيا) .



أسماك تراوت مصابة بمرض Furunkulosis أو الدمامل



فقرح السمك



مراحل تطور القروح

a : قرحة حول الشرج .

b : قرحة في النسيج العضلي .

c : قرحة في طور شفائها .

وقد تتلف الخياشيم لإصابتها ببكتيريا مخاطية Myxobacteria (إضافة للأسباب البيئية والغذائية المختلفة) ، وقد ينشأ مرض عفن الزعانف والذيل نتيجة الإصابة البكتيرية مثل Aeromonas Pseudomonas (إضافة لأسباب غذائية وللرعاية فى أحواض) ، كما تصاب الكلى بمرض بكتيرى سببه بكتيريا Corynebacteria مؤديا إلى انتفاخات ويثرات فوق الخط الجانبي مع جحوظ العين وعدم نسيج الكلى ويعالج بمركبات السلفا أو المضادات الحيوية . ومن الأمراض الخطيرة للسماك كذلك سل الأسماك Fish tuberculosis الذى تسببه أنواع مختلفة لبكتيريا Mycobacterium مؤدية إلى ضعف السمك وفقدانه الشهية وفقد اللون والقشور وجحوظ العين وصعوبة الحركة ، ولإيعالج المرض بنجاح .

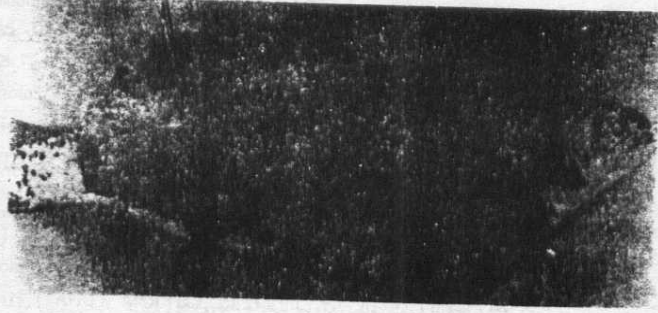
ثانياً : الأمراض الفيروسية Viral diseases :

الفيروسات Viruses أصغر الكائنات المعروفة وتختلف عن الكائنات الحية الأخرى لدرجة قد تجعل المرأ يفكر قبل أن يطلق عليها لفظ كائنات Organisms . جزيئات الفيروس أو الفيروونات Virions يتراوح حجمها ما بين ٢٠ - ٣٠٠ نانومتر وكل فيريون يحتوى a core or genome نسوى (DNA أو RNA) يغطى بطبقة من البروتين يطلق عليها Capsid تتكون من عديد من الوحدات يطلق على كل منها Capsomeres . والفيروسات تتكاثر فقط داخل الخلايا الحية . والخياشيم تعد مدخلا هاما للغزو الفيروسي . وللفيروسات أشكال مختلفة (مكعبة ، أولبية ، معقدة) .

من أكثر الأمراض الفيروسية انتشاراً :

- نكروزه البنكرياس المعدية Infectious Pancreatic Necrosis (IPN) : وفيها يظهر البنكرياس ببقع دموية مع احتقان الكبد والطحال وبهتان لونهما مع غمقة لون التجويف البطنى وتجمع سوائل فى التجويف البطنى Visceral cavity وقد يفيد استخدام الاكريفلاين بمعدل ٥٠٠ مجم / لتر فيمنع التطور المرضى الخلوى .
- نكروزه الأعضاء المخلقة للدم المعدى Infectious Haematopoietic Necrosis (IHN) : تصيب الأسماك فى عمر الفقس إلى سنتين وفيها تغمق لون الزعانف مع نزفها وبهتان لون الأحشاء وامتلاء الأمعاء بسائل مائى .
- مرض الربيع الفيروسي للمبروك Spring Viraemia of carp (SVC) : يصيب أسماك المبروك وربما غيرها من الأسماك كذلك فى أى عمر ، السمك المصاب يغمق لونه وتبطى حركة تنفسه مع عدم اتزانه ويرقد على جانبه ، يشحوب لون الخياشيم وتطلع بنزف دموى هى والجلد ، وجود سوائل دموية فى التجويف البطنى مع التهاب الأمعاء ونزف القلب والكلى والأمعاء والمثانة الهوائية والعضلات .
- مرض القراميط الفيروسي Channel catfish virus disease (CCVD) : يصيب قراميط الماء العذب فقط فى أمريكا ويميز المرض بحركة العمم اللولبية spiral مع فقد التوازن وقد تعلق بعض الأسماك فى الماء رأسياً vertically والرأس لأعلى أو لأسفل ويظهر النزف الدموى من الخياشيم والجلد والأحشاء .
- مرض التحوصل الليمفاوى Lymphocystis disease : فى أسماك الرنجة يميز بجروح جلدية وفى الأعضاء الداخلية ، وتظهر الخلايا المتحصلة عادة فردية بقطر ١ - ٢ مم ، ويرجع سبب هذا المرض إلى فيروس يصيب الحويصلات الليمفاوية .

- ومرض التسمم الدموي النزفي الفيروسي (VHS) Viral haemorrhagic septicaemia :
تتوقف أعراضه على مدى شدة الإصابة بالفيروس فقد تتحرك الأسماك بعصبية حركة دورانية



حالة من التسمم الدموي النزفي الفيروسي

مع فتح الفم ويفتح السمك المصاب يظهر الكبد ممزق ومتغير اللون مع وجود بقع نزفية . وقد تتجمع الأسماك وتبطئ حركتها ويميل لون الجسم إلى اللون الداكن . وقد تجفط العيون ويشحب لون الخياشيم . وقد تتضخم البطن وتتلون فتحة المخرج باللون الأصفر وتبدو العضلات بقوام اسفنجي . ويعمل الصفة التشريحية توجد تجمعات لسوائل جسمية مع شحوب لون الكبد وقوامه يكون مخطئا وقد تتضخم الكلية .

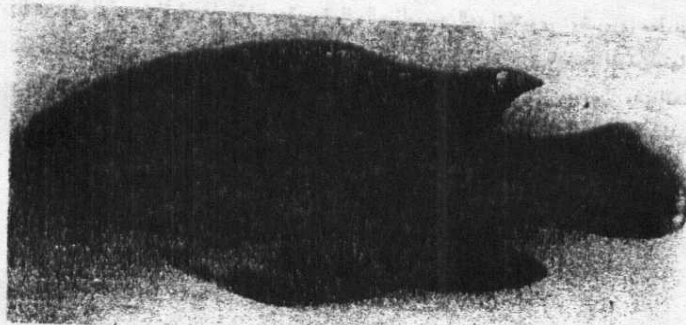
ثالثا : الأمراض الفطرية :

• دراسة الأمراض الفطرية السمكية Piscine mycoses ربما تكون معقدة لمشكلة التعرف عليها ، إذ لا يكون التعرف كاملا ، أو يكون التعرف عليها غير محتمل ، مما أدى إلى تراكم وتجميع الفطريات المؤثرة على أسماك المياه العذبة تحت اصطلاح يعرف بالسابروجنيا Saprolegnia . فالاختلاط والتشويش ليس فقط بين أنواع الفطر بل حتى بين أجناسه . وهذه المشكلة تعيق الإجابة على التساؤل عن مدى مايسببه الفطر من أمراض ، إذ لا يمكن الإجابة على هذا السؤال دون عزل الفطر والتعرف عليه ، وإعادة عدوى السمك بنفس نوع الفطر وإعادة عزلة والتعرف عليه . كما أن فاحص أمراض السمك Fish pathologist ليس لديه المعلومات التجريبية الكافية وليس لديه وصف مرضى نسيجي Histopathological lesion descriptions يساعد على التشخيص .

رغم ذلك فإن الإصابة الفطرية بالاسبرجيليس Aspergillomycosis قد تكون كبيرة جدا تحت الظروف الإستوائية ، وترتبط بمشاكل خطيرة بانتشار الزراعة السمكية . فقد أصيب البلطي في كينيا بالاسبرجيليس بسبب نفوقا في المزارع المكثفة ، واعتقد كذلك في تلوث بالافلاتوكسين ، إذ يفحص الحلف وجد أن به آثارا من الافلاتوكسين ، لكن بإجراء عديد من التجارب ثبت أن النفوق راجع للعدوى الفطرية وليس للافلاتوكسين . وتظهر الحالة بنفوق فجائي عقب أى ضغط في التربية ، مصحوبة بوزم بطنى وبكتة اللون darkening وسبات lethargy فالموت الفجائي . ويؤدي فتح incision التجويف البطنى إلى انسياب كميات غزيرة من سائل رائق أو ملطخ بالدم ، عادة مع نكزة شديدة للكبد . وتصل نسبة النفوق الكلى حوالى ٢٠ ٪ من القطيع في موسم النمو . ويؤدي الفحص المرضى النسيجى إلى إثبات وجود الفطر وهيفاته ، وعدم وجود أى طفيليات أخرى أو كائنات حية دقيقة بما يشير إلى أن هذه العدوى الفطرية أولية وليست ثانوية . وتظهر الحالات المزمنة المتقدمة بوجود ضائيد محببة وامتداد جدار الأمعاء والكلى والطحال والكبد (مع ضرورة تفريق هذه الضائيد المحببة من غيرها والتي تظهر في حالات معدية أخرى كالدين tuberculosi) . والفصل الفطر يأخذ ١ جم من العضو المصاب (كبد - كلى ... الخ) ويخلط مع ٩ مل منقوع مخ وقلب معقم مع ١ مل (١٠ مجم / مل) هيتاميسين لتعطى تركيزاً أخيراً ١ مجم / مل للعد البكتيرى ، ٢٠ . مل من هذا المعلق تعلق على رقائق دكستروز أجار - مسحوق نرة أجار - مستخلص شعير مثبت أجار - محلول سزايك أجار ، وحضن الرقائق على ٣٠°م في الظلام . وامزل الفطر من الأعلاف يراعى الحرص من زيادة جرثيم الاسبرجيلس في مثل هذه المواد فيحتر عند تدلولها . وتشغل المكعبات أو الحبوب أو البذور وتعلق في ماء مقطر معقم ويضاف الهنتاميسين للعد البكتيرى . وضرورى عمل بينات دقيقة للتحرف عليها . ورغم أنه تم عزل ٢٧ نوعاً فطرياً من أعلاف البلطي ، فإن مايسبب المرض منها هي اسبرجيلس فلاتوس ، اسبرجيلس نيجر ، اسبرجيلس ترس ، اسبرجيلس يابونيكوس . وفي الحالات المرجبة يلاحظ النمو الفطرى بسرعة بعد التحضين لمدة ٤٨ - ٧٢ ساعة حسب نوع وسلالة الاسبرجيلس .



هياكل الاسبرجيلس نيجر تنتشر خلال نسيج كبدة معفن (منكرز) كعدوى اولية



بلطي مصاب بالاسبرجيلس فلافوس يوضح عدوى فطرية مثالية تظهر وربما بطنيا ولونا اسود

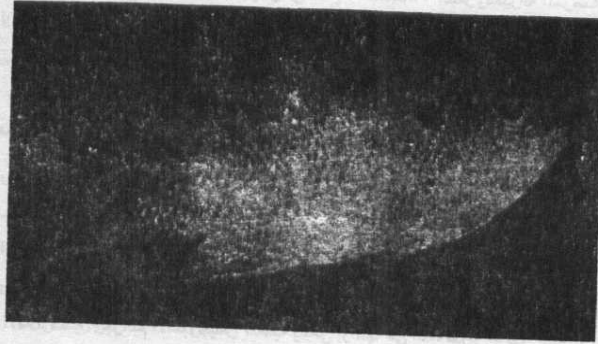
ولقد ظهر أن اسبيرجيلس فلافوس له تأثيرات مرضية على السمك أكثر من اسبيرجيلس نيجر . ووجود النورمين يكون أكثر خطورة عن الإصابة بأى منهما منفردا . وعادة تكون العدوى متعددة الأنواع Polyspecific infections وليست بنوع واحد من الاسبيرجيلس . وتزداد الآثار المرضية لاسبيرجيلس فلافوس على ٢٦م ضعف نشاطها المرضي على ١٨م بالنسبة للبطلن النيلي الذي يظهر عليه الهزال وجحوظ المعينين ، ومحبيات ثنائية الطبقات فلها طبقة منكرزة مركزية تحاط بطبقة ثانوية من الخلايا الطلائية ، وتلاحظ هيفات hyphae الفطر في قطاعات الأنسجة المصبوغة بطريقة Periodic acid - Schiff (PAS) أو بصيغة جروكوت ميثين أمين الفضة Grocott's methenamine silver .

ويتدخل إنتاج التوكسينات من الاسبيرجيلس في سمية Virulence الفطر وتأثيراته المرضية خاصة في الحيات العادية . كما يتم التشخيص للعدوى بالاسبيرجيلس ميكروسكوبيا لعينات من السمك الميت حديثا أو المختصر moribund بأخذ قطاعات نسيجية مثبتة بالفورمالين ويجرى عليها اختبار فلورسنت الأجسام المضادة (FAT) fluorescent antibody test كما يجرى هذا الاختبار بدون تثبيت بالفورمالين للعينات . ويعطى هذا التكنيك نتائج جيدة باستخدام الروتين في البطلن المستزرع .

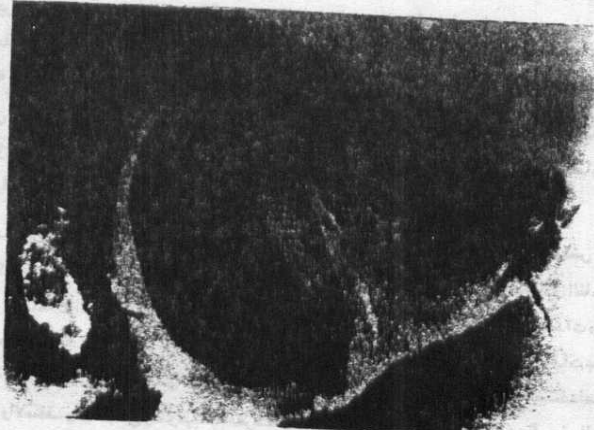
والوقاية من العدوى الفطرية بالاسبيرجيلس في مزارع السمك يجب العناية بجودة رعاية السمك ، كفاية وسرعة تجفيف الأعلاف لمحتوى مائي لا يسمح بنمو فطري ، وفي المناطق الاستوائية مرتفعة الرطوبة تجعل الأعلاف المخزنة تمتص الرطوبة وتكون معرضة للعفن الفطري لوخزنت لأى فترة تحت ظروف معاكسة . كما أن الحبوب والنقل nuts التي يرفضها الإنسان لغذائه لا ينبغي استخدامها كعلف للأسماك . ورغم أن متبقيات الافلاتوكسين وجراثيم الاسبيرجيلس المعدية ينبغي إزالتها في أثناء تكرير الزيت oil refining ، فإن الكسب يحتفظ بسمية متبقية . كما أن نمو الفطر على البذور الزيتية يسبب تغييرات كيميائية غير مرغوبة في الزيوت فيكون الزيت المستخلص منها ومن النقل العفن ذو جودة منخفضة مما يجب . بعض المكونات (خاصة أكساب البذور الزيتية كالفول السوداني وبذرة القطن) المستخدمة في الأعلاف المحببة pelleted الحديثة للسمك ، معروف عنها عموما أنها تتلوث باستمرار بالافلاتوكسينات أو جراثيم الاسبيرجيلس . ومتجنى أعلاف أسماك البطلن المحببة يخضعون مصادر بروتين نباتي بمستويات متزايدة لارتفاع سعر مسحوق السمك ، فهم مطالبون كذلك بإضافة أحماض أمينية أساسية ، وهذه المكونات يجب اختيارها بدقة وعناية واختبارها إذا ما كانت محتوية فطريات ممرضة أو منتجة للسموم كالاسبيرجيلس .

ومن طرق علاج الأعلاف الملوثة استخدام الحرارة العالية في وجود الأمونيا لخفض تركيز الافلاتوكسين ، والمعاملة باكسيد الايثيلين يحطم الفطر والافلاتوكسينات لكن يحذر من المشاكل الناجمة عن منتجات التفاعلات السامة لأوكسيد الايثيلين ethylene oxide . ولا ينبغي أعمال تلوث المعدات والمباني والصوانط والأسقف ceilings ، إذ أن جراثيم الاسبيرجيلس يحملها الهواء وتتقل لمسافات بعيدة . فالنظافة بالطبع أحد وسائل خفض نمو الفطريات ، كذلك الدهانات المضادة للفطر يجب استخدامها على الحوانط والأسقف وكل المباني والتركيبات المعرضة للنمو الفطري ، وعادة يستخدم في مثل هذه الدهانات

المركبات المحتوية على النحاس ، كما يجب العناية لمنع تلوث الماء بمركبات النحاس لأنها سامة للسماك على مستويات معينة . وتحسين الرعاية والتخزين أكثر تأثيرا عن استمرار العلاج الكيماوى ، إذ أن الوقاية خير من العلاج . ويجب الحذر فى تخزين وتداول ونقل وتجهيز المنتجات المعرضة لخطر الفطر حتى لا يفتنوها الاسبرجيليس . هذا مع استمرار الاختبار للإصابة بالفطر . ومن أهم الأمراض الفطرية خطورة وانتشارا بين الأسماك المستزرعة يعرف بعفن الخياشيم gill rot الذى تسببه فطريات خيطية Branchiomyces sanguinis والذى يظهر كبقع حمراء على الخياشيم ثم تميل خيوط الخياشيم إلى اللون الأبيض الرمادى ثم أخيرا تذبل تاركة الدعامات الغضروفية وبهذا تختنق suffocate الأسماك وتظهر وهى تلهث للهواء عند السطح . ويرتبط المرض بالجو الحار من السنة ويزيادة المادة العضوية كالروث والسيباخ والمواد الخضراء



تعفن الجلد الفطرى



مبروك يعانى من عدوى فطرية فى الخياشيم (عفن الخياشيم)

المتعفنة في الحوض وزيادة كثافة السمك . فهو ربما يلى الانتشار القوي لنمو الهوائى الذى تتجه كتلة إلى الشواطىء والأجزاء الضحلة حيث تتعفن . وبعد ذلك عادة ما يحدث عدوى فطرية ثانوية بفطر سابروولجنيا Saprolegnia وهو عفن ماء عذب خاصة المياه العذبة الغنية بالمادة العضوية حيث تعيش هذه الفطريات بشكل رمى saprophytes على متبقيات الغذاء والبيض وجسم السمك الميت وتصيب كل أنواع السمك فى كل الأعمار والبيئات وينمو بشده على الأنسجة المجروحة من السمك . ولاتتلف الخياشيم فقط بعفن الخياشيم بل أيضا الجروح (من أى نوع كالتى تسببها الطفيليات الخارجية) والتى قد تصير موقع للعدوى بالسابروولجنيا التى تبدو كمناقيد من الياف القطن الرمادية أو البيضاء . ويجب جمع السمك النافق التامى عليه عفن الخياشيم بسرعة قدر الإمكان ويتم دفنها . ولتجنب الإصابة بعفن الخياشيم يتجنب وضع المادة العضوية فى الحوض فى أثناء موسم الحر وتخفيض أو منع تغذية السمك تجنباً لخطر تلف الزيادة من العلف . كما يحدد ماء الحوض ويجير يومياً لترسيب المادة العضوية وجراثيم الفطر ، مع مراقبة رقم pH حتى لا يرتفع عن ٩ . ويجب تجفيف الحوض وتجبيده بالجير الحى أو معاملته بكبريتات النحاس بمعدل ٨ كجم / هكتار عندما يكون عمق الماء فى الحوض ٥٠ سم أو ١٢ كجم / هكتار إذا كان عمق الماء ١ م وذلك على ٤ جرعات بين كل منها شهر . ولعلاج السمك تستخدم حمامات برمنجنات بوتاسيوم (١ جم / ١٠٠ لتر ماء) لمدة ٦٠ - ٩٠ دقيقة ، أو حمام ملح ١٠ جم / لتر ماء لمدة ٢٠ دقيقة لصفار السمك أو ٢٥ جم / لتر ماء لمدة ١٠ دقائق للسمك البالغ ، أو حمام كبريتات نحاس ٥ جم / ١٠ لتر ماء ، أو حمام أخضر مالاكيت بمعدل ١ جم / ٤٥٠ مل ماء يؤخذ منها ١ - ٢ مل / لتر كحمام لمدة ساعة . كما يستخدم أخضر مالاكيت لعلاج الأحواض بمعدل ١ جم / ٥ - ١٠ م ماء .

الفصل السادس المقاومة والعلاج Prophylaxis and Therapy

تصيب مسببات الأمراض المختلفة كافة أعضاء جسم السمكة من جلد وزعانف وفتحات (مخرج ، فتحات الخط الجانبي) وبعضى الشم والسمع والعيون والغطاء الشيشومي والخيافسيم والغم والجهاز الهضمي والكبد والبنكرياس والجهاز الإخراجي (الكلى) والمضلات والهيكلمعظمي والمثانة الهوائية والجهاز التناسلي والجهاز الدوري والجهاز العصبي . وتحدث هذه الإصابات المرضية أنواعا مختلفة من الأمراض بداية من التملخات والقروح والمامل وتكسر الزعانف والغطاء الشيشومي وتلف الخياشيم بما يعيق التنفس ، وانسداد الأنف يعيق الشم لعدم تدفق الماء ، وتبرز الميون وتمتدح مسساتها (كاتاراكت طفيلية) وتسبب العمى ، وقد تصيب الجهاز الهضمي وتسده أو تؤدى لالتهاب مخاطيته ونزفها وقد تنتقل منه إلى الجهاز الدوري محدثة تسما دمويا أو انسدادات فى الأوعية الدموية ، وتكسر الطفيليات من خلايا الكبد وتثبط وظائفه مما يؤدى إلى تركزته وتلفه ، وتتخصص بعض الإصابات فى أعضاء معينة كالكلى أو البنكرياس أو الأعضاء المخلفة الدم فتؤدى إلى فشل هذه الأعضاء فى وظائفها مؤثرة بذلك على المجتابولينم والنمو والحيوية والتكاثر (فهناك عدم طفيلى وخصى طفيلى parasitic castration نتيجة إصابة المناسل) وتظهر التشمومات اللونية والحركية والسلوكية والمظهرية وكذا يزداد النفوق . فقد نمت الزراعة السمكية لتصبح صناعة مبنوية فى كثير من أجزاء العالم على مدار الـ ٢٥ سنة الماضية . وفى كثير من الدول النامية أصبح السمك يزرع بكثافة ومعهما تزيد الأمراض المعدية Infection Diseases بزيادة كثافة السمك مما يكلف علاجها الكثير . وإن كانت المضادات الحيوية Antibiotics مؤثرة على الأمراض البكتيرية Bacterial diseases فإنها قد تسبب مقاومة للمضادات الحيوية فى الطفيليات باستمرار استخدامها كما أنه لاتوجد وسيلة كيمائية لعلاج الأمراض الفيروسية Viral diseases . وطيه فالتحصين Vaccination (تطعيم - تلقيح) من الأهمية بمكان . ولإنتاج أى طعم السمك يتطلب ذلك معرفة الكيمياء الحيوية لسبب المرض Pathogen والمائل Host .

وسائل التحكم في الأمراض :

- ١ - الإستبعاد Exclusion بإعزال الأسماك وتطهير أماكنها ، خاصة عند انتشار مرض لم يكن موجودا في المنطقة من قبل .
- ٢ - العلاج الكيميائي Chemotherapy باستخدام مركبات مضادة للميكروبات المتواجدة بشكل عدوى بكتيرية مستمرة ، إلا أنه يخشى من أن هذه المضادات للميكروبات تؤدي إلى خلق سلالات مقاومة للمعاق ، ولذا لابد من إجراء اختبارات حساسية للمضادات الميكروبية قبل العلاج لاختيار العلاج الكفء . ويستخدم المضاد الحيوي أوكسي تتراسيكلين عن طريق الفم في الأسماك (٥٠ مجم / كجم سمك / يوم لمدة ١٠ أيام) أو عن طريق الحقن (١٠ - ٢٠ مجم / كجم عادة مرة واحدة) . ويستخدم العلاج الكيميائي للمقاومة Prophylactically عند وجود خطر عدوى بكتيرية على مقربة من المزرعة أو عند الانتقال إلى بيئة جديدة أو عدوى ستجلب بعد وقت قليل .

أسس الوقاية Principles of prophylaxis :

- الوقاية في الزراعة السمكية تعنى المحافظة على صحة الأسماك من الأمراض ، لذا يمس عن وقف مسببات الأمراض في الماء من وصولها للأسماك أو يعمل على تجنبها بجعل إحداثها للأمراض صعبا أو غير ممكن . إذ أن غياب المرض مفتاح نجاح اقتصادي للمزرعة السمكية . فهي عملية قتال - مسببات الأمراض ومنتج الأسماك ، وتتوقف هذه العملية على الحماية (يقطع سبل مسببات الأمراض إلى الأسماك) والمنع (بغضاعة السمك فإن انتشر المرض في خط منها ، وجد خط آخر عالي المقاومة يصعب هجمه) . وبالرعاية الصحيحة يمكن حفظ حالة اتزان بين قطيع الأسماك وبيئته المحيطة ، وإذا اضطرب هذا الاتزان تصير الظروف البيئية غير مواتية ، مما يفسر بالأسماك وتنتشر الأمراض لانتشار مسبباتها . فوسائل المراقبة الصحية لا ينبغي أن تقتصر على مكافحة أمراض السمك ومقاومة مسببات المرضية ، بل يجب أن تهدف أولا إلى الاتزان ما بين قطيع السمك والبيئة ومسببات الأمراض وذلك بأشكال الرعاية المثالية . وذلك برعاية حيز الحوض ، وشروط بناء الحوض ، والمياه وجودتها وتدفعها ، وحالة الحوض الغذائية ، وكثافة التخزين للسمك ، وحصاد ونقل وتشيتية السمك ، ومقاومة الأمراض .

والخط الأول في الدفاع هو الحماية Protection :

وحماية السمك تتطلب معرفة بيئته التي يعيش فيها وخلالها ينتقل مسبب المرض ، سواء كانت البيئة البيولوجية أو الطبىوكيماوية . والحماية عشر نقاط هي :

- ١ - مياه خالية من مسببات الأمراض كالماء الأرضي من آبار ارتوازية أو عيون طبيعية (محمية من التلوث) ، ومياه صرف المدن (المعالجة لاستخدام الإنسان بعد إزالة الكلور منها) ، مياه الري (بعد ترشيحها خلال تانكات ترسيب وترشيح أو خلال رمل وزلط أو فيير جلاس أو

ماشابها) . إلا أن هذه العمليات لاتتناسب مزارع الأقفاص وحقول الأرض وغيرها . وقد تستخدم الوقاية الكيماوية بمعاملة الماء كيماويا ضد مسبب مرض معروف ، لكن لها آثارها الجانبية . فقد يستخدم الفورمالين بتركيز ٢٥٠ جزء / مليون ١ - ٢ مرة أسبوعيا كفسيل أو بتركيز ٥٠ جزء / مليون بتدفق ثابت للحماية من البروتوزوا والمونوجينيا ، وقد ينصح باستخدام مركبات أمونيا رباعية ضد عدوى بمرض myxobacteria ، وهناك مضادات حيوية وعلاجات تستخدم بانتظام (sulphas) بغرض الوقاية .

٢ - غذاء خالي من مسببات الأمراض من خلال الماء الخالي من مسببات الأمراض فينتج غذاء طبيعى خالى الأمراض . والغذاء الصناعى ينبغي ألا يكون مصدر خطر على الصحة ، خاصة وأنه يحتوى على مخلفات أسماك قد لاتكون معاملة بكفاية مما يجعلها حاملة لمسببات أمراض . وقد تستخدم القواقع الطازجة كغذاء فتكون مصدر عدوى بالتريماتودا التى تعمل كمائل وسيط لها . كما أن الإنتاج المزروع كما فى السمك / دواجن فإن الطيور تعمل كمائل لبعض مسببات أمراض السمك ، واستخدام مخلفات الدواجن الناتجة من تغذية الدواجن على مخلفات مزرعة السمك يعيد الطفيل ثانيا للسمك فتكون بوره العلوى مستمرة . لذا ينصح بتجنب تغذية السمك على مخلفات الدواجن والسمك الطازج بل ينبغي أخذ الاحتياطات لمنع تلوث الغذاء الصناعى بمسببات الأمراض ، سواء فى إعداده أو تخزينه أو تقديمه .

٣ - المراقبة الصحية hygiene بتطهير المكان والأدوات والسمك . وذلك بحفظ نظافة الماء وقاع الأحواض ، وصرف وتجفيف الأحواض على فترات ، وتنظيف المصارف ، وتججير الأحواض ، وإزالة الأسماك الميتة بانتظام ، ومراقبة النباتات المائية بانتظام . ولعدم نقل مسببات الأمراض من حوض لآخر يجرى تطهير الشباك والجرادل وغيرها من الأدوات عقب كل استخدام أو تخصص كل مجموعة أدوات لحوض دون أن تخطط بأدوات الأحواض الأخرى . كما يطهر العمال انفسهم بالفسيل بالماء والصابون سواء للأيدي أو للأرجل عند الحركة من حوض لآخر . كما تطهر الأسماك كلها ، سواء الأقل من السنة أو الأكبر أو البيضاء ، وذلك مرتان فى العام . باستخدام حمامات من كلوريد الصوديوم ٥٪ لتفطيس ٣ - ٤ دفعات من السمك كل منها ٣٠ كجم لمدة ٥ دقائق ثم يغير المحلول ، ثم تنقل الأسماك إلى تانكات ماء جارى لمدة ساعتين لإزالة أى طفيليات مازالت حية قبل نقل الأسماك إلى أحواضها ، وبالنسبة للمونوجينيا مثل Dactylogyrus قد تستخدم حمامات أمونيا (١٠٠ لتر ماء + ٢٠٠ مل أمونيا سائلة ٢٥ ٪) لمدة دقيقة للمبروك على ٧ - ١٨ م^٢ أو نصف دقيقة على ١٨ - ٢٥ م^٢ ، ويستخدم المحلول لدفعتين سمك كل منها ٣٠ كجم ثم يعاد تحضير محلول آخر طازج ويغير كل ٣٠ - ٤٠ دقيقة ، وليس ضرورى فسيل السمك فى ماء جارى بعد المعاملة بالأمونيا ، ويجب تحديد التركيز ومدة التعرض بدقة على كميات صغيرة قبل استخدامها للطبيع ككل . إذ أن التركيز

والمدة ودرجة الحرارة عوامل هامة في التطهير بالأمونيا . هذا وقد تستخدم كبريتات النحاس ، برمنجنات بوتاسيوم ، ليسول ، أخضر مالاكيت ، بوتاسيوم فيولايت قاعدي للوقاية من البروتوزوا الهدبية مثل *Ichthyophthirius* , *Trichodina* , *Chilodonella* . وترش الصبغات تحت ضغط مباشرة على الحوض من مسافة ١٠ - ١٥ سم والمدة والتركيز يتوقفان على درجة الحرارة ، فيجب تقديرهما تجريبيا لكل نوع ومدى حرارى .

٤ - التحكم في الأسماك البرية حتى لا تتصل بالأسماك المستزرعة ، فالأسماك البرية غالبا ماتحمل مسببات الأمراض فتسبب أضرار وخيمة للأسماك المستزرعة في عشائر عالية الكثافة . لذا توضع على مدخل ومخرج المياه (للأماكن المتحكم فيها كالأحواض) مصافي لمنع دخول الأسماك البرية لقطع السمك المستزرع . كما تتخذ جهودا عظيمة لمنع الأسماك البرية من الاتصال بالأسماك المحبوسة في أقفاص أو في حقول الأرض .

٥ - التحكم في العائل *Vector* والآفات *Pest* ، رغم تعقيد علاقة السمك بالكائنات الحيوانية الأخرى ، فهناك ٣ أنواع من مسببات الأذى للسمك يمكن تمييزها وهي : حيوانات تعمل كعوامل وسيطة للطفيليات التي تكمل دورة حياتها في السمك أو للطفيليات التي تكمل دورة حياتها باستخدام الأسماك كمعامل وسيطة لها . وحيوانات تعمل كعوامل *vectors* وآفات .

١ - فالمجموعة الأولى تمثلها القواقع كمعامل وسيطة للتريماتودا ، كما تمثلها الطيور المائية كمعامل لمختلف الديدان التي تستخدم السمك كمعامل وسيطة . لذا يجب جمع القواقع باستمرار وقدر الإمكان وإبادتها ، وعند شدة الإصابة قد تستخدم مبيدات الحيوانات الرخوية *molluscicides* . ويقاوم الطيور المائية بصيدها إذا لزم الأمر بإطلاق الرصاص ، أو باستخدام خيال الملقحة . زرق الطيور بما يحمله من مراحل معدية من الطفيليات يجب إزالتها ومعالجتها بتطهيره . كما أن الضفادع تحمل بعض مسببات الأمراض للسمك مثل *Copepod* المسمى *Lernaea* لذا يجب عزلها عن الأحواض السمكية .

ب - من أفضل أمثلة العوائل *Vector* الناقلة لمسببات الأمراض للسمك هي الملق *leech* المشتركة في نقل فيروس الأنيميا النزفية وفيروس الدم *cryptobia* . كما أن الديدان تتغذى كذلك على السمك فلها تأثير مباشر موهن للصحة خلاف نقلها للأمراض . وكأفا مكافحة للديدان هي بإزالتها يدويا كما في القواقع ، وفي الإصابة الشديدة بالتجفيف والتجيير . وطفيل قشري يطلق عليه *Argulus* عبارة عن عائل قوى للأغراض . ويمكن افتراض أن كل الطفيليات الماصة للدم تستطيع العمل كمعامل ، لذا يجب الاهتمام بمراقبة مثل هذه الطفيليات .

ج - النمو المتزايد للحيوانات والنباتات المائية (البلانكتون القاعى) قد يسبب أضراراً للسماك ، كما أن بعض القشريات وديدان الحشرات آكلة اللحوم والطحالب تعرف بخطرتها الشديدة . فتيارات الطحالب والبلانكتون الحيوانى تؤثر مباشرة على الزريعة وتدهور البيئة وقد تؤدي إلى خنق مميته . لذلك فالتحكم فى البلانكتون ممكن وبما لا يتكرر تجفيف أحواض الحضانة .

٦ - قوانين حركة للسماك (استيراد ، تصدير ، توزيع) تنظم إشراف السلطات الصحية على السمك عند نقله لأن استزراع أسماك مصابة يضر بالإنتاج .

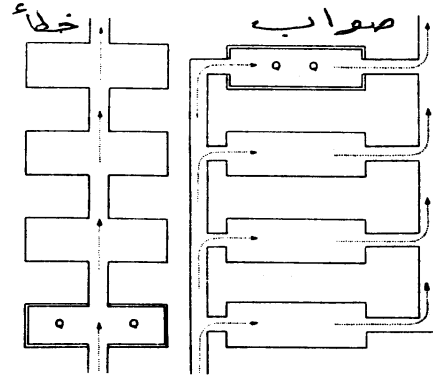
٧ - الحجر البيطرى Quarantine بمعنى فترة عزل اللقطيع حديث الاستزراع حتى يمكن عزل أى مسببات أمراض واردة مع هذا اللقطيع وتلاشى خطرها ، وهو سلاح قوى تقوم به السلطات الصحية للسمك ، وكذلك أى منتج . وفترة العزل هذه ينبغي أن تزيد عن أطول فترة حضانة للأمراض . وقد أوصى الروس بفترة حجر بيطرى سنة بينما يرى آخرون أنها قد تقل كثيراً عن سنة فى المناطق الحارة . ويجب أن يكون حوض الحجر معزولاً بأمان طوال هذه المدة ، وأن يكون تحت التيار بالنسبة لكل الأحواض الأخرى لتقليل خطر انتقال الأمراض إليها . كما قد تكون أسواق السمك مراكز لانتشار الأمراض ، لذا يجب تطهير السمك عند وصوله إلى السوق وبذلك نحطم معظم الطفيليات الخارجية الخطيرة باستخدام تكتيك الحمامات التى يجب تحديد درجة حرارتها ومدتها لمديرى الأسواق .

٨ - مصب وقائى منتظم للكشف عن الحالة الصحية قبل أن تنفشى الأمراض ويصبح من الصعب علاجها بدون خسائر اقتصادية خطيرة . لذلك تجرى ٣ - ٤ زيارات سنوياً لعمل هذا المسح ، وعموماً تتوقف تكرارها على وفرة العالة والإمكانات .

٩ - استئصال مصفر المياه لكل جزء منفرد ، لأنه رغم كل الجهود قد ينتشر المرض ويكسر حاجز خط الدفاع الأول ، لذا يعمل على تقليل حدته باستئصال مصدر المياه أى لاهراماء المنصرف من حوض إلى حوض آخر بل يمر الماء من قناة توزع الماء على الأحواض كل على حدة ، حتى لا تنتقل الأمراض من حوض لآخر مع الماء . وبهذا يمكن فصل أى جزء من المزرعة إذا انتشر فيه مرض .

١٠ - فصل الأهمار ، إذ ينمو السمك تزيد فرص إصابته لزيادة فترة تعرضه ، وفى نفس الوقت تزداد مناعته ويبنى نظم دفاعه ، وهذا يجعله حاملاً لمسببات الأمراض رغم عدم تسببها للأمراض ، واتصال مثل هذه الأسماك بالأسماك الأصغر التى مازالت حساسة قد تؤدي لانتشار مخاطر . فالأسماك البياضة Spawners تحفظ دائماً منفصلة عن الأسماك الأصغر . ولما كانت الأمهات تحفظ فى أحواض البيض عدة أيام تكفى لنقل الأمراض إلى الفقس الجديد .

فإن التفريخ الصناعي يمكن من التغلب على هذا الخطر بالتبويض الصناعي (بحقن الأمهات بمستخلص النخامية) والتخصين للبيض في أواني خاصة ذات ماء جارى ثم نقل اليرقات إلى أحواض حضانة . بينما البيض الطبيعي الوضع على مواد مناسبة يمكن جمعه وتطهيره ونقله إلى أحواض حضانة ، كاسلوب لحماية صفار السمك من اتصالها بأمهاتها .



مقارنة بين نظم توزيع الماء على الأحواض السمكية (Q) حوض حجر بيطرى

وخط الدفاع الثاني هو المنع Prevention :

ببناء أسماك قوية ذات مقاومة للأمراض ، فمسبب المرض الداخل لسمك مقاوم لا ينمو فيه طبيعياً وإن يقدر على إحداث المرض بصورته المرضية . وأسلوب النجاح بسيط وهو إمداد السمك بكل احتياجاته خاصة البيئة المناسبة ، والغذاء الكامل نوعياً ، وتجنب الضغوط . وفيما يلي سبل أو عناصر خط الدفاع الثاني :

- ١ - الماء الذى يتطلبه السمك لسلامته ونوامها هو ماء خالى من الأمراض ، ويتوفر فيه الاحتياجات الخاصة بالنوع من درجة حرارة وأوكسجين ونقاوة . فيجب أن يكون هدف منتج السمك إمداد السمك بنظام ماء مثالى وليس احتياجات الحياة فقط ، إذ ينفي توفر الخبرة للكشف عن الحد الأدنى والحد المثالى لكل نوع .
- ٢ - الغذاء بنومه الصصح يتطلب بكميات كافية فى المزارع السمكية منعا من انتشار أمراض النقص الغذائية التى تقلل مقاومة السمك للأمراض بل تؤدى للأمراض .
- ٣ - كثافة المشيرة عندما تزيد فتقل المصادر المختلفة لفسادتها ، وإن كانت بعض المصادر

(كالأغذاء) يمكن إضافتها صناعيا فإن المصادر الأخرى صعبة أو مستحيلة التحسين ، فمن الصعب زيادة أوكسجين الماء ومن المستحيل إضافة مساحة أو حين فزيادة التخزين يحدث منافسة بين أفراد السمك يعقبها ضغط تسهل انتشار المرض . وهناك أمراض يتوقف انتشارها على كثافة التخزين إذ بانخفاض المسافة بين أفراد السمك يسهل انتقال المرض فيما بينها وذلك للكائنات الحية الدقيقة والطفيليات ذات دورة الحياة المباشرة كالبروتوزوا والديدان والقشريات خارجية التطفل .

٤ - تجنب الضغوط المتكررة التي تزيد التنبيه وتستنفذ الطاقات وتضر بالدورة الدموية والهضم والعضلات والأعصاب والغدد الصماء والمناعة وتفتح الطرق للأمراض . الظروف البيئية (الماء) غير المواتية قد تؤدي إلى الضغوط ، وكذلك عدم وفرة الغذاء ، وتداول السمك بواسطة الإنسان ، لذا يجب تقليل مسك الأسماك قدر الإمكان ، وإذا أمسك بها فيكون برفق ، ويجب تقصير فترة وجودها خارج المياه ، مع تصميم أدوات النقل (شباك وملاقف وغيرها) بحيث لاتحدث جروحا وفقدان للشعور . وعند النقل لمسافة طويلة يجب توفير ظروف مناسبة من أوكسجين وخلافه ، مع وجود تدرج اختلاف الظروف (حرارة ، أوكسجين ، ملوحة) عند نقلها من موقع آخر لتجنب الصدمات المفاجئة .

٥ - التحصين Immunization تحتوى الأسماك على بروتينات جليكوجينية طبيعية التواجد (تختلف عن جلوبيولينات المناعة) تتفاعل مع مختلف الانتيجينات (أميونوجينات) وقد تظهر نوع من المناعة ضد العدوى الطبيعية ، فتتكون الأجسام المضادة فى سلوكها مع الأجسام المضادة المناعية أو الجلوبيولينات المناعية ، وتتفاعل تقاطعيا مع أجزاء كربوهيدراتية متخصصة على الجدر الخلوية البكتيرية وكرات الدم الحمراء وانتيجينات خلوية أخرى معينة نظرا لوجود محددات انتيجينية مماثلة . وقد حددت هذه الأجسام المضادة فى السمك على أساس وظيفى أكثر منة تركيبى . وهذه المواد المناعية شبيهة الأجسام المضادة منخفضة الدرجة طبيعية الحدوث تشمل بروتينات ، ليسوزيم lysozyme وكيبتيناز Chitinase ، انترفيرون interferon ، اجلوتينينات agglutinins ، ليسسينات lysins ، بروبيردين properdin ، برسيبيتينات precipitins ، وجزيئات تشبه اللكتين lectin غير جلوبيولينية مناعية . ويجانب هذه المواد غير الجلوبيولينية المناعية ، فهناك كذلك جلوبيولينات مناعية طبيعية تم اكتشافها فى الأسماك . علاوة على ذلك ، يحتوى المخاط على مواد بيوكيماوية قادرة على التفاعل ضد الكائنات المعدية ، وبالتالي تعطى العائل نظاما دفاعا فوريا .

التطعيم Vaccination يستخدم للتحكم في الأمراض ، والطعم قد يكون بجرثومة حية مضعفة أو بجرثومة ميتة أو مستخلصها ويتبقى في الطعم أن يكون مأمون الاستخدام ويعطى مقاومة وحماية للعائل ضد مسبب المرض . والمقاومة تكون عن طريق الخلايا الليمفاوية lymphocytes الحاملة لجوانب التعرف على الانتيجينات antigen والتي تنبهها الانتيجينات فتتضج إلى خلايا مؤثرة (خلايا بيتا تصبح خلايا بلازما منتجة للأجسام المضادة). فالمقاومة هي مقاومة سوائل الجسم humoral immunity عن طريق تعاون خلايا (بيتا و تي) T & B cells الليمفاوية البائية للأجسام المضادة antibodies المنسبة للانتيجينات المنبهة . وهي مقاومة بواسطة خلوية cell-mediated immunity بواسطة خلايا (تي) الليمفاوية وهي خلايا قاتلة (بالاتصال الطبيعي بالخلايا المسببة للمرض) ملتهمة (ومحاربة للعنوى غير النوعية) أي مقاومتها موجبة ، أو خلايا مثبطة suppressor cells أي مقاومتها سالبة بوقف التفاعلات . والطعم يعطى عن طريق الفم أو بالحقن أو بالغطس أو بالرش وفي مجال تحصين الأسماك لا يوجد في السوق سوى طعمين للاستخدام التجارى ضد الفيبريوزس vibriosis والغم الأحمر المعوى enteric redmouth (ERM) وهما كسيتات أخرى تحت التجريب . وأول طعم ظهر على مستوى تجارى للأسماك في عام ١٩٧٦ في الولايات المتحدة ضد مرض الغم الأحمر المعوى . والتحصين الفمى أسهل أداءً ويناسب كل أحجام السمك دون إحداث ضغط على السمك بمسكه وحرقته وإن كان الحقن في الغشاء البريتوني أكثر تأثيراً . وطريقة الغطس immersion في التحصين سريعة (عدة ثوان) وسهلة وقد دخلتها الآلية ، فهناك آلات التحصين بالغمر إلا أنها تستهلك كما كبيرا من الطعم vaccine ، وتتطلب إغناء الماء بالأكسجين . ورش الطعم spray ليس له مزايا على طريقة الغمس أو الغمر أو الغطس إلا أنها تؤدي إلى ضغط stressful على السمك .

وعند التحصين يجب تقليل الضغوط Stresses على السمك والتي تخفض المقاومة أساساً ومن أمثلة الضغوط زيادة كثافة السمك في وحدة حجوم الماء أو إفراز بعض الأنواع السمكية لهرمونات Phermones عند ازدحامها فتؤثر على الأنواع الأخرى ، بجانب خفض الأكسجين أو زيادة الأمونيا المفرزة من السمك والأجسام المعلقة بالماء فكلها ضغوط تثبط من المقاومة بواسطة هرمونات أهمها الكورتيكوستيرويدات Corticosteroids . وعند التحصين يجب أن تكون الأسماك في حالة صحية جيدة وتحت ظروف غذائية جيدة خاصة من حيث العناصر المؤثرة على المقاومة مثل فيتامين ج وفيتامين هـ .

إذ أن فيتامين ج يكبر من الاحتياجات الغذائية يزيد مقاومة إصبعيات القراميط ضد العدوى البكتيرية . والجرعة العادية من فيتامين ج ٣٠ - ٢٠٠ مجم / كجم عليقة . والجرعة المضاعفة (٣٠٠٠ مجم / كجم عليقة) تزيد معنوياً من استجابة الأجسام المضادة بينما نقصه يخفض من نشاط الخلايا الليمفاوية الملتهمة phagocytes ضد الخلايا البكتيرية . كما أن نقص فيتامين هـ في عليقة التراوت ١٧ - ١٧ أسبوعاً تخفض من استجابة الأجسام المضادة رغم أن السمك بدا صحيحاً ولم يتأثر معدل النمو أو المقاييس البيوكيميائية عنها في المقارنة . أي أن المستوى العالي من فيتامين هـ في العلائق التجارية (٧٠٥ - ٤٠ وحدة نولية / كجم عليقة) ربما غير كافٍ لمقاومة ملى . كما أن الملوثات (من عناصر ثقيلة أو مبيدات وخلافها) تؤدي إلى زيادة الحساسية لمختلف الأمراض في مختلف أنواع السمك . وتتوقف استجابة المقاومة للأمراض على عوامل أخرى تتعلق بالطعم ذاته من حيث جرعة الانتيجين وطبيعته وطريقة توصيله للسمك بجانب المواد المساعدة adjuvants ومنشطات المقاومة immunostimulants الأخرى التي تحقق في السمك أو يغطس السمك فيها أو تعطى إليه بالفم orally .

٦ - **المقاومة والرقابة الصحية والتطهير في مزارع السمك :**
Prophylaxis , hygiene and disinfection in fish culture :
 أفضل وسائل التحكم في الأمراض في المزارع هي المقاومة والرقابة الصحية وأحيانا يتطلب الأمر تطهير الأحواض .

١ - **الرقابة الصحية والمقاومة :** في الحرب ضد أمراض الأسماك فإن أفضل شيء هو محاولة منعها لأقل عدد ممكن علاجه . ولذلك فأول شيء هو ضمان جودة ماء الحوض لتجنب مخاطر نقص الأوكسجين والتلوث . مع صيانة الحوض وإزالة النباتات الضارة . إعداد القاع والمصارف لضمان كمال تفرغ الحوض من الماء . تجفيف الحوض بانتظام حتى يمكن تطهيره بالتجيير . مع منع الأسماك البرية من دخول الحوض بواسطة مصافي مصارف . حفظ الأسماك في أفضل ظروف ممكنة بتجنب التخزين الكثيف والطويل والتداول والنقل غير الضروريين . ضمان وجود قاعدة غذائية طبيعية مع تجنب الإفراط في التغذية الصناعية . يجب الاعتماد على نفس نفس المزرعة وإلا فيجب ضمان مصدر الزريعة أن تكون من مزارع سليمة ، كما أن مصدر ماء الحوض لا ينبغي أن يكون ناتج تغذية أحواض أخرى . وعند انتشار مرض

ما فإن السمك النافق والسمك شديد الإصابة يجب إزالته من الحوض وحرقه في جبر حى ، مع تطهير الأحواض المصابة ، والأدوات المستخدمة من شباك وأحذية وخلافه تطهر نوريا بمحلول بنزالكونيوم كلوريد Benzalkonium chloride تركيز ٦٠٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون من المكون النشط .

٢ - تطهير طفيليات الجلد الخارجى والخياشيم : إذا كان صعب مكافحة الطفيليات الداخلية فإنه من السهل تحرير السمك من الطفيليات التى تصيب الجلد والخياشيم بمختلف أنواع الحمامات التى تستخدم فيها الجبر الحى أو ملح الطعام أو كبريتات نحاس أو برمنجنات البوتاسيوم أو أخضر الملائكة أو الفورمالين ، وغيرها كثير كالكوين واللدان وتريپو فلانين وكورامين وبنزالكونيوم كلوريد .

وعموما فإن حمامات ملح الطعام كوسيلة وقائية ضرورية للأسماك قبل تخزينها بالأحواض لقتل عديد من أنواع الطفيليات الخارجية كما تفتح شهية السمك للأكل . ويجرى ذلك فى تانكات مع زيادة الهواء أو الأوكسجين فى أثناء الحمام ويجرى لمدة ١ - ١,٥ ساعة فى وجود ٢ - ٣ كم ملح فى ١٠٠ لتر ماء .

٣ - تطهير التانكات والأحواض الملوثة بالأمراض الوبائية : يجرى عادة بالجبر الحى وأحيانا بسياناميد الكالسيوم أو برمنجنات البوتاسيوم .

١ - التطهير بالجبر الحى أو السياناميد يفضل للأحواض والتانكات الكبيرة ذات القاع الطبيعى ، فتقوغل المياه وفى أثناء بلل القاع بجبر الجبر الحى وينثر بنسبة ١٠٠ جم / ٢م (طن / هكتار) وتفتح المياه ببطء حتى تصير لبنية milky وتترك ١٥ يوما ثم تصرف ويعاد ملؤه بالماء النقى . وإذا كان صعبا نثر الجبر الحى فيمكن إبداله بمسح الجبر limewash (جزء من جبر حى مائى / ٤ أجزاء ماء) الطازج . ويستخدم سياناميد الكالسيوم للتطهير ضد مرض الدوران whirling disease خاصة .

ب - التطهير ببرمنجنات البوتاسيوم بمعدل ١ جم / ١٠٠ لتر ماء للتانكات الصغيرة وإذا كان لا يمكن إزالة السمك فتستخدم حمامات أضعف تركيزا ١ جم / ٢٠٠ لتر فتتحمله الأسماك لمدة ساعة . وفى حالة الأمراض البكتيرية يستخدم كلوريد بنزالكونيوم ٦٠٠ جزءا فى المليون .

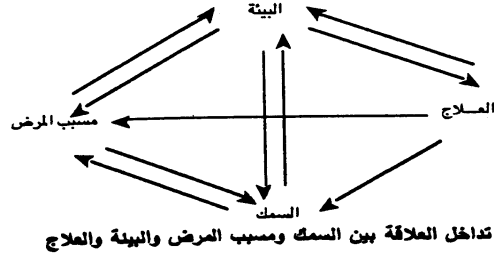
٤ - إرسال السمك للفحص المرفعى : من المرفوب إرسال السمك للمعامل للفحص حية للملاحظة العلامات المميزة للأمراض . وإذا ماتت فينبغى أن تكون طازجة منذ وصولها ، والسمك الميت لا ينتقل فى الماء أو يعبأ فى الأوراق أو البلاستيك بل ينبغى لفة فى أوراق شجر غضة . وإذا طالت مسافة النقل فيعبأ فى مادة غير متفلدة مع ٤٪ فورمالين ١ وتلف بورق غش فى إناء

به تلج مع سرعة النقل. والسّمك المريض أو الميت يرفق معه تقرير بتفاصيل وصف الماء والتغذية الصناعية المستخدمة والأنواع والأحجام المصابة والعلامات المرضية وسلوك السمك وبداية وتطور المرض والتفوق . وفي حالة التلوث فإن التحليل الكيميائي للماء ضروري بينما لايفيد في هذه الحالة كثيرا فحص السمك الميت . فينبغي سرعة أخذ عينة ماء في عدد من أواني العينات النظيفة من مصادر التلوث وبعيدا عنها وأماكن موت السمك مع تسجيل درجة حرارة الماء وتسجيل الأسباب المحتملة وسلوك السمك ومظاهر الفم والخياشيم والجلد .

أساسيات العلاج : Principles of therapy

يتوقف علاج السمك من مرض ما على مسبب المرض والسمك والعلاج المستخدم . فعلى أساس طبيعة مسبب المرض يتم اختيار العلاج المبيت لهذا المسبب المرضي ، لكنه ينبغي ألا يضر بالسمك ، لذلك فاختيار العلاج ليس بالأمر الهين لأن كلا من مسبب المرض والسمك كائنات حية ، لذلك يحدد نوع العلاج وجرعته بحرص شديد ، مع عمل حساب معامل أمان متسع لتجنب الحوادث . وعند اختيار العلاج يؤخذ في الاعتبار مدى تحمل السمك للعقار الذي يختلف حسب الأنواع وحسب حالة السمك فكلما ضعف السمك لمرضه قل احتمال الضغوط ، والعلاج القوي قليل القيمة للسمك الصائم نتيجة العدوى ، والسمك الضعيف أقل تحملا لانخفاض مستوى الأوكسجين ، والسمك الصغير ربما يكون أكثر حساسية للعلاج من السمك الأكبر .

واختيار مادة العلاج وطريقة استعمالها يتوقف على طبيعتها وطريقة عملها فالمادة اللازمة للوصول لعزل مسبب مرضى داخلي (خاصة مايعيش في الأنسجة) تختلف في خواصها ^{من} المادة اللازمة لعلاج طفيل خارجي . والمضاد الحيوي الجهازى ينبغي أن يكون له فعل معتدل تتحمله الأسماك ، وإن كانت المواد الأكثر سمية مقبولة للاستخدام الخارجى قصير المدى . وبعض المواد كالترايميسين (من التتراسيكلينات) تمتص جيدا من الأمعاء فيمكن تناولها فميا ، بينما مركبات أخرى مثل ستربتومييسين لايمتص فلا يستخدم للعلاج الداخلى . وقد يؤثر العلاج مباشرة على مسبب المرض أو أن يؤثر بطرق غير مباشرة (عبر السمك أو البيئة) عليه كما يوضح ذلك الرسم التالى :



ويقدم العلاج إما في الماء أو في الغذاء أو مباشرة في السمك .

أولا : إضافة الكيماويات إلى الماء :

لا يمكن تقدير كمية العقاقير اللازم إضافتها للبيئة لضمان وصول الكمية المطلوبة للسمك ، للتخفيف الحادث من جهة ، واختلاف تركيب العقار لتداخله مع الماء . ويعمل العقار على مسببات المرض وعلى السمك وعلى الكائنات الأخرى في البيئة . ولتجنب ذلك فإنه من الضروري نقل السمك إلى تانك صغير للعلاج . وقد يستخدم علاج الأحواض للتحكم في الطفيليات الخارجية باستخدام المبيدات الفعالة ، لكنها تؤدي إلى خفض إنتاج الحوض لتأثير المبيد على كائنات كثيرة ، لكنها للضرورة .

وعند اختيار العلاج ينبغي أن يتوفر فيه :

- ١ - أن يكون الفارق بين الجرعة المميتة منه لمسبب المرض وتلك المميتة للسمك على الأقل ١ : ٤ .
- ٢ - أن يكون سهل الذوبان في الماء .
- ٣ - أن يكون رخيص السعر .
- ٤ - ألا يكون تأثيره شديدا على إنتاجية الحوض .
- ٥ - أن يكون سريع التكسر (الهدم) بيولوجيا .

وعند إضافة الكيماويات إلى الماء تؤخذ الاحتياطات التالية :

- ١ - عدم تغذية السمك قبل العلاج بمدة ٢٤ ساعة .
- ٢ - تستخدم جرادل (الخلط) بلاستيك ، ولا تستخدم الأواني المجلقة .
- ٣ - التأكد من أن حسابات الجرعات معتمدة على المعدلات الدقيقة لتدفق الماء والحجم الفعلي المستخدم من الحوض .
- ٤ - تجرى المعالجة في الوقت من اليوم حيث أقل درجة حرارة .
- ٥ - عادة تجرى المعالجة أولا على عدد بسيط من السمك قبل إجرائها على المستوى العام .
- ٦ - لا تجرى المعالجة على المستوى العام إلا بعد ١٢ - ٢٤ ساعة للتأكد من نجاح المعالجة المبدئية التجريبية على العدد البسيط من السمك .
- ٧ - لاحظ السمك باستمرار في أثناء العلاج لتكون مستعدة لوقفه إذا لزم الأمر وتعديل البيئة لظروفها الأصلية (يضخ ماء نظيف ، ودفع أوكسجين إلى الماء وغيره) لرفع الضغط من على السمك .
- ٨ - يكرر العلاج فقط إذا كان ذلك ضروريا ولكن ليس قبل ٣٠ ساعة من أول علاج .

فالتصيام قبل العلاج يخفف استهلاك الأوكسجين وإنتاج الأمونيا ، إذ أن عديداً من الكيماويات المستخدمة في العلاج لها خواص خفف أوكسجين الماء ، والسّمك الذي يعاني من ضغط (العلاج والمرض) يلزمه أوكسجين أعلى من احتياجاته الدنيا . والأمونيا تؤدي إلى إحداث ضغط كذلك على السمك . وعسر المياه تؤثر على العلاج ، فالماء العذب منخفض pH يزيد سمية الكيماويات . والسمك ذو الخياشيم رديئة الحالة ربما يشير إلى عدم تحمله للعلاج .

وتختلف طرق استخدام الكيماويات حسب طبيعتها وحسب تصميم وحجم الحوض وحسب مسبب المرض كالتالي :

- ١ - يتفق التركيز اللازم من مادة العلاج في الماء ، بإضافته باستمرار لمدة محددة ، وهذا يناسب بطاريات الأحواض ذات الماء من مواسير أو قنوات . ولا يتطلب سوى آلة ذات رأس سيفون ثابتة أو مضخة تضخ حجماً ثابتاً . وتستخدم مثلاً في علاج الطفيليات الخارجية بالفورمالين .
- ٢ - دفع أحجام بسيطة من الكيماويات المركزة على فترات مع الماء الداخل ، فيخلط العقار ويخفف ويوزع على الحوض في تيار الماء . ورغم فائدة الطريقة إلا أنها أقل في درجة تحكمها لاستمرار تخفيف العقار ، وتؤدي إلى عدم تجانس التركيز . وعموماً يستخدم الفورمالين بهذه الطريقة كذلك لعلاج الطفيليات الخارجية .
- ٣ - توزيع الكيماويات من قارب عند اتساع المساحة وعدم إمكان استخدام تيار الماء لتوزيع العلاج ، فيحمل الفورمالين على قارب ويخفف بالماء (١ : ٥) قبل توزيعه على الحوض . كما تستخدم برمنجنات البوتاسيوم بنفس الطريقة .
- ٤ - الرش يستخدم في الأحواض الصغيرة باستخدام الرشاشات الزراعية أو بالنثر باليد . وتستهلك أيضاً حساب حجم الماء ، وهي غير دقيقة في استخدام الكم المطلوب بالضبط من الكيماويات .
- ٥ - تعليق سلال أو إطارات خشبية يدلى منها سلال تحتوي الكيماويات الوقائية أو العلاجية . وبها استخدم مسحوق القصر (التبييض) Bleaching لعلاج مرض الجلد البكتيري وعفن الخياشيم ، حيث يثوب العلاج ببطء مؤدياً تأثيره العلاجي ولا يحدث خطر زيادة جرعة لبطء الذوبان من جهة وإفادى السمك لمناطق التركيز العالي .
- ٦ - الحمامات العلاجية تستخدم بتحكم شديد في العلاج ، وفيها يتجنب تلوث البيئة ، ويستخدم فيها مختلف الكيماويات لصفر حجم الماء المستخدم ، ويعبها صفر كمية السمك المعالجة في الوقت الواحد علاوة على ضرورة مسك السمك . ويقسم العلاج فيها إلى ٣ أنظمة (غطس لحظي ، قصير ، طويل) ، في الغطس يتم خمس السمك أقل من ٥ دقائق ، وفي القصير ٥ - ٦٠ دقيقة ، وفي الطويل يتم العلاج لمدة طويلة عن ذلك .

١ - حمام العلاج بالغطس اللطفي: يستخدم في علاج الطفيليات المتطفلة لتركيزات عالية من العقاقير ، وكذلك في علاج عدد كبير من السمك لمدة قصيره نسبيا ، وهي تجنب السمك خطورة نقص الأوكسجين المصاحبة للماء المعامل بالكيماويات ، إلا أنها تتطلب خبرة ويقتطه . وقد استخدم في علاج المبروك من البروتوزوا الخارجية بالليزول ٠.٢ ٪ (١ مل / ٥ لتر ماء) لمدة ٥ - ١٥ ثانية ، ثم غسيل السمك في حوض آخر (لا يستعمل ماؤه لاحتوائه على الطفيليات التي لم تمت) ، وبالجير المطفى ضد الديدان والبروتوزوا بتركيز ٢ جم / لتر ماء لمدة ٥ ثوان بشرط عدم وجود سمك مجروح ، وبيرومجنات البوتاسيوم ضد البروتوزوا بتركيز ١ جم / لتر ماء لمدة ٣٠ ثانية ، وبكبريتات النحاس ٠.٥ جم / لتر ماء لمدة دقيقة ، وبأخضر المالاكيت ٠.٦٧ جم / لتر ماء لمدة لا تزيد عن ٣٠ ثانية (كمضاد فطري)

ب - العلاج القصير ويختلف عن الغطس في مده العلاج وتركيز الكيماويات . فيستخدم كبريتات النحاس بتركيز ١ جم / ١٠ لتر ماء لمدة ١٠ - ٣٠ دقيقة ضد بروتوزوا الجلد والعدوى البكتيرية الخارجية ، كما تستخدم الأمونيا بتركيز قوى (١ مل / لتر) أو ضعيف (٠.٥ مل / لتر) ضد طفيليات الجلد وسميتها للسمك لايفضل استعمالها بانتظام ، كما استخدمت مع كلوريد الأمونيوم وفوق أوكسيد الهيدروجين وحمض الساليسيك قديما ولم تستعمل بعد إما لسميتها أو لعدم فعاليتها كعلاج . وتستخدم حمامات ملح الطعام كعلاج فعال للبروتوزوا الخارجية والمونوجينيا و يرقات الكويبيودا (Lernaea) وفطريات السابروالجينيا سيوس بتركيز ٢.٥ ٪ للسمك الكبير لمدة ١٠ - ١٥ دقيقة ، وبتركيز ١ - ١.٥ ٪ للسمك الصغير لمدة ٢٠ دقيقة ، مع تجنب استخدام الجرادل المجلفة لشدة سمية كلوريد الزنك الذي ربما يتكون . ويستخدم الفورمالين ضد طفيليات الجلد والخياشيم خاصة البروتوزوا والمونوجينيا والبكتيريا وغيرها ، ولتأثير الفورمالين على أنسجة الإنسان فيستخدم بحذر ، ولخفض أوكسجين الماء يجب إزالة السمك من الحوض مباشرة بعد العلاج ، وإلا يضاف الأوكسجين للماء لتعويض النقص الحادث بفعل الفورمالين ، ويستخدم الفورمالين بتركيز قوى (١ في الألف) لمدة ١٥ دقيقة أو بتركيز ضعيف (واحد / ٥٠٠٠) لمدة ٣٠ - ٤٥ دقيقة . ويترسب في الأحواض مادة بارافورمالدهيد سامة جدا ، لذا يجب إزالتها من حوض الفورمالين . وقد يستخدم أخضر المالاكيت بمفرده أو مع الفورمالين ، لكن يجب استخدام كيماويات خالية الزنك لتأثيره المميت على السمك . وأخضر المالاكيت فعال كمضاد فطري ضد السابروالجينيا وأقل كفاءة ضد اكلثيو فثيريوس Ichthyophthirius ، ويستخدم لعلاج البيض والزريعة والإصبعيات بتركيز ٠.٢ جزء / مليون لمدة ساعة وينصف هذا

التركيز للأسماك البالغة . كما يستخدم الفيورانوناس furanance (الاسم التجاري لأحد مشتقات النيتروفيوران nifurpirinol) بتركيز ١ جزء / مليون ضد البكتريا كمعدوى الفيريوزيس والميكوبلاكتريا وكذلك ضد الطفيليات الأخرى . ويستخدم الهيامين Hyamine 3500 (مركب امونيوم رباعي) لعلاج الأمراض البكتيرية في الخياشيم في صفار السمك بتركيزات حسب عسر الماء ولدة حوالي ساعة ، يوقف العلاج إذا لوحظت أعراض الضيق distress

تركيز الهيامين جزء / مليون	درجة العسر (كربونات كالسيوم جزء / مليون)
٢	أقل من ١٠٠
٣	١٠٠ - ٢٠٠
٤	أعلى من ٢٠٠

وقد تم تجريب استخدام المضادات الحيوية كحمامات لكن لم تنتشر لعدم وجود طرق استخدام يعول عليها ولا ارتفاع أسعارها .

ج - الحمامات الطويلة : تمكن من علاج أعداد كبيرة جدا من السمك في مدة قصيرة نسبيا ، ولايستخدم في المزارع بل في الأحواض الزجاجية في تجارة أسماك الزينة . فتستخدم أحواض أملاح الكوينين Quinine لمقاومة البروتوزوا الخارجية ، فتستخدم أحواض من كبريتات أو هيدروكلوريد الكوينين (١ جم / ٥٠ - ١٠٠ لتر ماء) وتوقف مدة المعاملة على التركيز لذا تقدر أولا فترة العلاج ، وتعمل رواسب الحوض على اختزال الكوينين مما يستلزم مزيد من الإضافة في أثناء العلاج الذي قد يمتد إلى عدة أيام ، ومن مساوئ الكوينين سعره وسميته للنباتات . وقد تستخدم حمامات المبيغات الصناعية مثل التربيا فلافين Trypaflavin (١ جم / ١٠٠ لتر ماء) كعلاج مضاد للبكتريا . وتستخدم كذلك مواد أخرى كفروى الفضة ، وأزرق الميثيلين ، والسلفوناميدات ، نترات الامونيوم . ويرجع الأثر العلاجي للكيمواويات المختلفة لتأثيراتها على السمكة وعلى الكائنات المسببة للأمراض من خلال تأثيرها على أسموزية السمكة (ملح الطعام) وإنتاجها للمخاط الواقى (ملح الطعام) ، وسميتها المباشرة للطفيليات (ملح الطعام) أو لبروتيازيمها (الكوينين) ، ولفعولها المثبت للخلايا cyostatic بإعاقة تبادل الأحماض النووية DNA-RNA وفعولها المضاد للبكتريا (مبيغات صناعية كالتريبيا فلافين) ، وإعاقتها لأجهزة التنفس في القشريات وتحطيمها للبروتوزوا الخارجية (برمنجنات البوتاسيوم) ، ولفعولها المطهر (فوق ١ كسيد الهيدروجين) بفعل إنزيم كاتالاز في طلائية السمك يتحرر أوكسجين جزيئى له

فعل مطهر قوى ، أو لتأثيرها على خلق وسط قلوئى شديد (جبر مطفى) .

ثانياً : إضافة الكيماويات إلى الغذاء :

بإضافة الكيماويات فى الماء لاتصل إلى الطفيليات الداخلية ولاحتى للتي فى القناة الهضمية ، لذلك لإبادة هذه الطفيليات تضاف العقاقير فى الغذاء لامتصاصها فى الأمعاء ووصولها للدم والأنسجة فتؤدى تأثيراتها العلاجية . وأهم مزايا هذا النظام هو قلة كمية العقاقير المطلوبة وقلة تلوينها للبيئة . لكن المشكلة أن السمك المريض عادة لايتكلا وإن أكل لا يستهلك كمية العلف التى تحتوى كفاية من الدواء لإحداث التأثير المطلوب ، لذلك فهذه الطريقة أكثر مواءمة لاستخدامها للوقاية وليست للعلاج ، وقد تؤدى هذه الإضافة إلى جعل العلف غير مقبول حتى للسمك الصحى . وفى المزارع البحرية أو فى الماء الشروب حيث لا يوجد تحكم كاف أو قد ينعدم كلية التحكم فى تدفق الماء فى وحدة الإنتاج فلا يمكن إضافة الدواء فى الماء ، لذا تعد إضافته فى الغذاء فى هذه الحالات أمراً ضرورياً حتى لمكافحة الطفيليات الخارجية . وهناك نقاط يجب مراعاتها عند إضافة العقاقير إلى الغذاء هى :

- ١ - نظراً لأن أول أعراض المرض هو العزوف عن الأكل ، لذلك فمن الضرورى سرعة إضافة العقاقير للغذاء قدر الإمكان ليبدأ العلاج قبل التشخيص المضبوط .
- ٢ - لزيادة فرص النجاح يفضل استخدام المواد ذات النشاط الواسع ، ولما كان معظم البكتريا المرضية للسمك من النوع السالب للجرام ، فإن استخدام كيماويات مؤثرة ضد مدى واسع من هذه البكتريا تقدم أفضل فرصه للتحكم فى أمراضها ، ويجب أن تمتصها الأسماك وتحتل تركيزات منها عالية بكفاية ، أى أن هناك مدى واسعا بين جرعتها العلاجية وجرعتها السامة .
- ٣ - يجب أن يكون منتج السمك قادراً على إضافة الألبوية إلى العلف بنفسه ، وتضاف الألبوية قبل التغذية بقليل قدر الإمكان ، لأن بعض المواد (مضادات حيوية معينة) تفقد فعاليتها فى ظرف ٢٤ ساعة من خلطها مع العلف .
- ٤ - الأسماك المعاملة بإضافات منتظمة لاتستهلك أدماً حتى تختفى متبقيات الدواء من أنسجتها . ونظراً لتوقف معدل إخراج هذه المتبقيات على عوامل عديدة معقدة ، فيجب إجراء تحاليل دقيقة لتحديد المدة التى بعدها يمكن استهلاك السمك ، مع عمل حساب لمعامل أمان كذلك فى هذه المدة عند حسابها ، فرغم أن المتبقيات من نيوجوفون Neguvon فى أنسجة السالمون لاتكون معنوية بعد ١٢ يوماً من العلاج فإن القوانين البيطرية لاتسمح بالصيد للسمك المعالج فى ظرف ٢١ يوماً من العلاج .

هذا ويلاحظ أن أفضل علاجات معروفة كإضافات غذائية هى تعددات الحيوية . فقد استخدمت الأوكسى تتراسيكلين لعلاج الفيروزي والاريفروماتيس وفيريميسا الربيع و المسروك وحمى السمك vibriosis, erythrodermatitis, spring viraemia and fish pox ، كما استخدم كذلك التراسيكلين

لعلاج الجدرى ، والارثروميسين فى علاج مرض الكلى البكتيرى (BKD) إلا أن استخدام هذه المضادات الحيوية يتطلب اختبارها محليا تحت ظروفنا . وهناك اجتهادات قومية ، كما فى الصين مثلا ، حيث يستخدمون إضافات الثوم إلى الغذاء لعلاج النزلة المعوية البكتيرية فى المبروك .

ثالثا : إعطاء الدواء مباشرة للسماك :

هى أضمن طريقة لوصول الدواء للسماك ، وفيها تعطى الجرعة الدقيقة دون تلويث للبيئة ، إلا أن تكاليف أدائها عالية ، وتتطلب عمالة ماهرة جدا ، وتؤدي إلى ضيق للسماك لمسكه باليد ، وعموما فإن الطرق المباشرة محدودة الاستخدام فى المزارع المكثفة لكبر عدد السمك المطلوب معاملته وبسرعة . ففائدتها فى علاج القطعان الصغيرة ذات القيمة كالأسماء البيضاء Spawners وفى تجارة أسماك الزينة التى تتعامل غالبا مع أعداد بسيطة وعالية القيمة جدا . ويجرى أداء العلاقة المباشر بعدة طرق كالحقن ، إدخال العلاج من الفم أو الشرج ، المسح والتعفير swabbing & dusting .

أ - الحقن : injection :

لعدم حركة السمك فى أثناء الحقن يفضل تخديرها . وعند حقن عدد غير قليل من السمك يعين فريق يكون لكل عضو فيه عمل محدد (مسك السمك وإحضاره إلى الطاولة ، ووضعها فى الوضع المناسب ، ملء السرنجة ، حقن السمك ، إزالة السمك إلى التانكات ... الخ) ، والحقن فى البريتون عادة الأكفا لعدم فقد جزء من العقار كما فى الحقن فى العضل ، ويفضل الحقن أعلى الزعنفة البطنية والإبرة موجهة ناحية الرأس مع الحرص لعدم وخذ الأمعاء أو الكبد ، ويمكن حقن حجوم كبيرة بالقرب من التمرجات الليمفاوية بجوار الزعنفة الظهرية . وكثير من الإضافات الغذائية يمكن حقنها ، وهذا يتوقف على احتمال السمكة للعقار فى أنسجتها . ويتوقف الجرعة على العقار وعلى وزن السمكة ، وعلى الاختلافات النوعية ، فيجب تقدير الجرعة الفعالة الآمنة حسب كل حال ، ورغم عدم انتشار الحقن كثيرا تحت الظروف الإنتاجية إلا أنه يستخدم للوقاية فى ربيع المبروك بالحقن بالكورا فلنيكول باستخدام سرنجات أو توماتيك متعددة الجرعة automatic multi-dose syringes .

ب - ادخال الدواء من الفم أو الشرج

: Oral and / or anal introduction

وفيها تستخدم نفس العقاقير التى تضاف إلى الغذاء باستخدام سرنجات مناسبة الحجم وقساطر بلاستيك plastic catheters وهى تتطلب مهارة وخبرة ، ونادرا ماتستخدم .

➔ - المسح والتعفير Swabbing and dusting :

وذلك للعلاج الخارجى ، فالمسح يكون للعلاج السائل بدهان المناطق المصابة من الجلد بممسحه أو فرشته ، كما فى المسح بمرمجات اليوتاسيوم (واحد فى الألف) أو بصيغة اليود أو بأخضر المالاكيت فى العدوى الفطرية وفى حالات التهاب الجلد البكتيرى . بينما التعفير فىاستخدام بودرة صلبة غير ذائبة ترش على السمك أو يمرغ فيها السمك بعد تخديره . ويستخدم التعفير عادة ضد الطفيليات الخارجية من الارثروبود ، مثل تعفير السمك المصاب بالارجولوس Argulus بالطلق Talc الذى يجبر الطفيل على الاعتماد عن السمك بمجرد عودته للماء .

التحكم الميكانيكى والبيولوجى فى الطفيليات :

العوامل المحددة للمرض ثلاثة : هى السمك ، ومسبب المرض ، والبيئة ، وهى عوامل متاثرة ببعضها ، فالنجاح لمسبب المرض لايتوقف على الفعل الموجه له فقط بل كذلك بالأنشطة المركزة على المكونين الآخرين (السمك والبيئة) . فالفعل الموجه مباشرة لمسبب المرض يعتبر تحكما ميكانيكا ، بينما الأفعال غير المباشرة عن طريق العناصر الأخرى (السمك والبيئة) فهو تحكم بيولوجى وقد استخدم كل من التحكم الميكانيكى والبيولوجى وحققا بعض النجاح فى مقاومة الطفيليات الخارجية خاصة القشريات .

١ - التحكم الميكانيكى : أبسط طرقه هى إزالة الطفيل من على السمك ، لكنها محدودة الاستخدام فقط فى العدد القليل المنتخب من السمك خاصة عالى القيمة ، وهى طريقة مستهلكة للوقت والعمالة ، ويقتصر استعمالها فى حالة الطفيليات الكبيرة نسبيا كما فى الارجولوس ، ويستخدم فيها الملقط أو فرشاة ناعمة مع وضع السمك على مادة مرطبة تجنبنا تلف الجلد ، مع سحب الملقط بحيل وليس مباشرة لتقليل تأثير مص الطفيل ، والسحب فى اتجاه ذيل السمك تجنبنا تلف القشور .

كذلك تقص الأرنبايا Lernaea بزوج من المقصات ويقتل الطفيل وتعامل الأسماك ضد الفطريات خوفا من العدوى الثانوية . ويمكن مقاومة الارجولوس بوضع الراح خشب فى الماء لتضع عليها البيض ، وتجمع هذه الراح أسبوعيا وتنظف من البيض اللاصق عليها وتماد الراح للماء ثانية وهكذا ، ويجب إزالة كل مايناسب وضع بيض هذا الطفيل عليه من أخشاب وأحجار وغيرها لعدم تشجيع وضع البيض . وتقاوم الكوبيبودات الطفيلية بجمع يرقاتها العائمة بشبكة غطس حيث إن اليرقات غالبا تتغذى فى الضوء وتتركز فى مناطق منعزلة جيدا . لذا يلتفت النظر إلى هذه المناطق لتحقيق نجاح فى مقاومتها . لكن هذه الطرق وحدها غير فعالة إلا إذا صوبت بإجراءات أخرى أكثر فعالية .

٢ - التحكم البيولوجى : تؤثر البيئة فى كل من السمك والطفيل من القشريات ، ففى تغيير فى العوامل البيئية يؤثر على الطفيل مباشرة وكذلك بطريق غير مباشر لتأثيره على السمك (كمائل للطفيل) ، إلا أن القشريات أكثر حساسية عن السمك للتغيرات البيئية ، وهذا يمكن من التحكم فى الطفيليات القشرية بواسطة العوامل البيئية عن طريق إضافة الكيماويات العلاجية إلى البيئة المائية . فالغنى الشديد للمياه بالمغذيات المضوية قد يحث الكوبيبود Lernaea فى

ظرف عشرة أيام ، لذا يتم إثراء الأحواض بسماد الخنازير المتخمّر (٤٠٠ كجم /أكسرفى عمق ١م الماء) ويتم تشجيع نمو النباتات المائية لمنع انتشار طفيل Ergasilus الذى يرغب فى الماء العميق الرائق . وإدخال أسماك البعموش Gambusia إلى الأحواض المصابة بالارجولوس تقلل هذا الطفيل بوضوح لتغذيتها على يرقاته ، وكذلك أسماك Notropis تتغذى على يرقات الطفيل . كما قد يستخدم الكوبيبود البلانكتونى Mesocyclops للمقاومة لتغذية على يرقات Lernaea .

الإبادة والتطهير Extermination & disinfection :

أقصى مايمكن عمله عند انتشار مرض هو إبادة السمك المصاب تحت ظروف تضمن عدم انتقال المرض إلى عشيرة أسماك أخرى ، بأن يدفن السمك فى حفر جير ، ويقطع دابر المرض بتجفيف وتطهير الحوض المصاب لاتمام هدم مسبب المرض .

الكيمائيات المستخدمة فى علاج أمراض وآفات السمك

من مبيدات العشائش Herbicides : أكواثول aquathol ، ويدازول Weedaazol ، أكواشاد aquashade ، الكوازين aquazine (مبيد طحالب) ، ديكوات diquat (مبيد طحالب) .
ومن المبيدات الحشرية Pesticides : البرومكس Bromex ، كوتنيول cotniol ، ديپتركسى dipterex ، ليفان lindane ، أخضر مالاكيت malachite green (تتراميثيل دى امينو ترى فينيل ميثان) ، مالاثيون malathion ، باراثيون parathion .
ومن المبيدات الفطرية Fungicides : الفورمالين formalin (فورمالدهيد) .
ومن السموم المبيدة للسمك لتنظيف الأحواض قبل تشغيله من جديد مركب إندركس endrex .

ومن الكيمائيات المستخدمة فى علاج العدوى الطفيلية للسمك الصغير :

- ١ - العلاج بأخضر المالاكيت Malachite green ، خاصة ضد مرض البقع البيضاء ، بتركيز ٠.٠٢ - ٠.٠١ جزء / مليون فى تانكات أو أحواض ويستخدم تركيز ٢ جزء / مليون كحمامات فى تانكات خرسانة ، إذا أمكن تغير الماء فى ظروف ١٠ - ١٥ دقيقة ، كما يستخدم لعلاج العدوى الفطرية للبيض بتركيز ٥ جزء/مليون لمدة ٣٠ - ٦٠ دقيقة .
- ٢ - العلاج بالفورمالين بتركيز ٢٠٠ - ٤٠٠ جزء / مليون لعلاج عدوى Costia فى تانكات صغيرة لمدة ١٥ - ٤٠ ق ولعلاج بیدان الخياشيم العادية بتركيز ٢٥٠ - ٥٠٠ جزء فى المليون لصفار السمك أو ألف جزء فى المليون لمدة ١٥ - ٣٠ ق لأسماك التربية .

٣ - العلاج بكبريتات النحاس بجرعة ٥٠٠ جزء في المليون لعلاج العدوى الفطرية وتظل الأسماك في المحلول حتى تظهر خضيقا ، كما يمالج عفن الخياشيم (فطري) بجرعة ١٠٠ جزء في المليون لمدة ١٠ - ٣٠ ق .

٤ - العلاج بأوكسي كلوريد نحاس بجرعة ٥ أجزاء في المليون للعلاج من Chilodonella Costia & Trichodina والجرعة المميتة ١٠٠ جزء في المليون ، لذا يستخدم ٥ أجزاء في المليون لكل أحجام السمك .

٥ - العلاج بإستر حمض الفوسفوريك العضوي كمبيد حشري متوفر في الأسواق تحت أسماء تجارية مختلفة (دى بتركس ، ديلاكس ، ماسوتن ، فليبول الخ) ويستخدم ضد ديدان الخياشيم المائية بجرعة ٠.٠٢٥ - ١.٠ جزء في المليون مكون نشط . يتكسر في الماء بسرعة إذا كانت pH الماء عالية وكذلك بارتفاع درجة حرارة الماء .

٦ - العلاج ببرمنجنات البوتاسيوم بجرعات ٦ - ١٠ جزء في المليون للتحكم في الطفيليات الخارجية وتحفظ الأسماك في المحلول ٦٠ - ٩٠ ق . كما تستخدم نفس الجرعة في تطهير تانكات المفرخات .

٧ - العلاج بالمضادات الحيوية للأمراض البكتيرية خارجيا أو بالخلط مع العلف . فللعلاج الخارجي تكفي جرعة ٥٠ جزء في المليون أما في العليقة فتستخدم جرعة ٢٠٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون للعلاج والمقاومة .

تصف عمر التتراسيكلين في السمك 129.8 ± 28.1 ساعة أطول كثيرا مما هو في الثدييات . وأظهر فترة بيولوجية ٨٠٪ عند الحقن في العضل و ٠.٦٪ عند تعاطيه عن طريق الفم . وبعد الحقن العضلي ثبت تراكمه في الكلى والمغزى والقشور ، فبعد ٢١ يوما من المعاملة (٦٠ مجم / كجم وزن جسم) ثبت وجوده بتركيز 2.9 ± 0.8 ، 0.2 ± 0.3 ، 0.7 ± 0.1 ميكروجرام / مل بلازما (بينما لم يوجد في العضلات حتى في منطقة البطن) وذلك بالمعاملة بالحقن في الوريد أو في العضل أو عن طريق الفم على الترتيب . ويستخدم التتراسيكلين للحماية وفي علاج كثير من الأمراض البكتيرية بجرعة فمية ٥٠ - ١٠٠ مجم / كجم سمك / يوم لمدة ٣ - ١٤ يوم حسب المدى . وجد أن أفضل الطرق تأثيرا في علاج السمك بالمضاد الحيوي أوكسي تتراسيكلين في الحقن في البريتون ، وإن كان الحقن في العضل إيجابيا التأثير مع التركيزات المنخفضة ، لكن عن طريق الفم (كبسولات) لا يستهلك إلا بفضالة . ونفس السمك في محلول مائي من المضاد الحيوي كان بدون تأثير .

أظهرت معاملة التراوت بالتيراميسين ارتفاع شديد في ثاني أوكسيد كربون الدم ، مرتبطا بانخفاض محتواه الأوكسجيني وتظهر الأسماك المريضة انخفاض قيم نسبة جسيمات الدم والهيموجلوبين والجلوكوز والصوديوم والبوتاسيوم والكلور والبروتين الكلى ، بينما السمك المعالج يظهر ارتفاع محتوى دمة من البروتين والجلوكوز إلا أن البوتاسيوم ينخفض .

٨ - علاج زريعة السمك قبل نقلها أو إعادة تسكينها في الأحواض بعمل حمام من محلول ملح طعام تركيز ٢٪ لمدة ٢ - ٣ ق لتحريض السمك من الطفيليات أو وضعه في شبكة مفتوحة الطرفين وغمسها في محلول ملح طعام تركيز ٥٪ لمدة ٢ - ٣ ق .

المرض	مدة العلاج	تركيزه	الدواء
بكتيريا خارجية	٦٠ - ٣٠ دقيقة	٣ - ٥ جم / لتر (مادة فعالة)	نيروفيورازون (فيوراسين)
بكتيريا خارجية	١٨٠ - ١٢٠ دقيقة	١٥ جزء / مليون	(فيوراسين)
مرض الدمايل	—	٢,٥ جم / ١٠٠ كجم غذاء	فيورازولينون
معظم أنواع العدوى البكتيرية وبعض أنواع العدوى الفطرية والبروتوزوا	٣ - ٥ أيام (حمام)	٠,١ - ٠,٥ جزء / مليون (مادة فعالة)	بريغوران (فيوراناس ، نيغوربينول)
بكتريا خارجية	٦٠ - ٣٠ دقيقة	٢٥ جم / لتر	نيومايسين سلفات
بكتريا خارجية	٦٠ - ٣٠ دقيقة	٢٥ جم / لتر (مادة فعالة)	أوكسي تتراسيكلين هيدروكلوريد
بكتريا خارجية	٦٠ - ٣٠ دقيقة	١ - ٢ جم / لتر (مادة فعالة)	بنزالكونيوم كلوريد
فطريات اوبروتوزوا	٦٠ - ٣٠ دقيقة	١٥٠ - ٢٥٠ جم / لتر	فورمالين
خارجية	٦٠ - ٣٠ دقيقة	٢ - ٦ جم / لتر	برمنجنات بوتاسيوم
خارجية	٢٤ ساعة	٢٠٠٠ - ٤٠٠٠ جم / لتر	كلوريد صوديوم
خارجية	١٠ - ٥ دقائق	١٥٠٠ - ٢٠٠٠ جم / لتر	كلوريد صوديوم
فطريات	ماء جاري (٥ - ١٥ لتر / دقيقة)	١٠٠ - ١٠٠٥ جم / لتر	أخضر ملاكيت
القلل والعلق	١٠ دقائق	١ مل / ١٠ لتر ماء	برياسول

هذا إضافة إلى قوائم متجددة كل يوم عن مستحضرات حديثة لمقاومة وعلاج طفيليات وأفات وأمراض الأسماك .

الباب الرابع
تربية واقتصاديات الاسماك

الفصل الأول تربية الأسماك

إن حماية المصادر الوراثية للأسماك موضوع يتعلق بمتطلبات الإنسان من حيث زيادة المصادر الطبيعية، فالسمك مصدر هام للبروتين والمنتجات العضوية المختلفة الأخرى، فحماية وتحسين المصايد والمزارع لها أولوية اجتماعية قصوى، وتعتمد هذه الأهداف لحد كبير على التكنولوجيا والعلم ودور الوراثة في زيادة إنتاج المصايد.

وتتقد المصادر الوراثية إما بانقراض سلالة ما أو بانخفاض التباين الوراثي داخل سلالة ما، والسبب الأول نوعي ونهائي وغير رجعي، بينما السبب الثاني يتوقف على درجته وهو رجعي لحد ما.

وفي المحيطات لا توجد إبادة ملحوظة (رغم انخفاض كم العشائر لزيادة الصيد والتلوث)، بينما في المواطن المائية الأخرى فالأمر جد خطير والتدهور سريع.

وأهم أسباب حماية المصادر السمكية ترجع إلى :

١- أسباب غذائية :

إذ أن الأسماك والحيوانات البحرية تشكل ١٧٪ من البروتين الحيواني الكلي في غذاء الإنسان، ٣٢ دولة تحصل على ٣٤٪ أو أكثر من بروتينها الحيواني من الأغنية البحرية، وفي القارة الأفريقية ١٠ دول تحصل على ما يزيد عن ٤٠٪ من بروتينها من السمك وكذلك ٢١ دولة من القارة الإفريقية يزيد عن نصف أسماكها المصادة مرجعها المياه الداخلية من بحيرات وأنهار.

٢- أسباب اقتصادية :

حيث تهيم المصايد كذلك فرص العمل ووسيلة لتحسين ميزان التجارة الدولية . كما أن أنواع سمكية لها أهمية خاصة كحيوانات تجارب وكمصادر لمركبات كيميائية حيوية وصيدلانية كمركب تترانترتوكسين tetradotoxin من أسماك الفهقة puffer يستخدم في الأبحاث الفسيولوجية العصبية ويلعب دورا هاما في ميكانيزمات القواعد والأيونات في النقل العصبي، ومركب آخر يستخدم في البحث هو البروتينات المضيئة luminescent proteins كمركب أكوورين aqueorin من أنواع الأسماك الجيلية jellyfish المستخدم في الكشف عن تركيز الكالسيوم في الخلايا والهام في تطوير المقاقير الجديدة وفي العلاج للأمراض. هذا خلاف العديد من سموم وهرمونات وجليكوبروتينات ووبولي ببتيدات تستخرج من

الأسماك ولها أهمية صيدلانية، بجانب الزيوت والشموع كمصدر للغيتامين في علائق الحيوان وفي مستحضرات التجميل والعقاقير، كذلك مسحوق السمك وأهميته في تغذية الحيوانات وكسماد في كثير من البلدان. ومن الأهمية الاقتصادية كذلك صيد الرياضة (رياضة الصيد) الذي يلعب دوراً في تطور السياحة . فتجارة أسماك الزينة في أمريكا الشمالية وأوروبا وجنوب شرق آسيا تعتبر صناعة هامة. وهناك أنواع سمكية معينة تزرع في البحيرات والأنهار للتحكم في الحشائش والحشرات مما يجعل لها دوراً مرغوباً اجتماعياً واقتصادياً.

٣- أسباب بيئية :

إن ثبات الأنظمة البيئية وحفظ الاختلافات البيولوجية (التقسيمية taxonomic) مطلب عالمي وإن كانت الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية تعطى أولوية أعظم. تعد حماية المواطن أهم طرق الوصول إلى حيوية أنواع السمك الهامة بيئياً.

وتتم المحافظة على المصادر الوراثية في الأسماك بعدة طرق منها ثبات المخزون من الأنواع، التجديد للأنواع، التحكم في التربية للتغلب على الانقراض الوراثي، تهجين للتغلب على عيوب التربية الداخلية في المزارع .

التربية الداخلية Inbreeding :

وتنتج التربية الداخلية في المزارع السمكية نتيجة صغر أعداد الآباء مما يقلل الاختلافات الوراثية، كما أن قطيع التناسل غالباً ما ينتخب من أفراد مرتبطة ببعضها، وغالباً أشقاء، مما يؤدي إلى أجيال ناتجة من تربية داخلية لأفراد مرتبطة بشدة معاً مما يؤدي إلى تماثل الجينات غير المرغوبة ويؤدي بالتالي إلى انحطاط وتدهور بسبب التربية الداخلية في شكل عدم ملائمة (النشاط، الحيوية، التناسل) مع فقد التباين الوراثي للتماثل الجيني، فزيادة معامل التربية الداخلية بمقدار ١٠٪ يسبب ٥ - ١٠٪ نقص في الخصوبة ولكن الأخطر هو انخفاض الحيوية لأن ٥-١٠٪ نقص في القدرة التناسلية ليس خطيراً في مثل هذه الحيوانات (الأسماك) الخصبة.

وكثيراً ما تستخدم أسماك الزبرا Zebra في بحوث الأسماك العملية كحيوان تجريبي، ولتكرار استخدامها من نفس القطيع تظهر أعراض التربية الداخلية بعد ثالث جيل تقريباً في شكل تشوهات في الهيكل العظمي وتقل خصوبتها وحيويتها ونموها لذا أدخلت أسماك أخرى لاستخدامها في الأبحاث مثل أسماك Convict cichlid.

وتقاس الاختلافات الوراثية بالاعتماد على صفات مرئية كنظام التلوين مثلاً في بعض السلالات أو بالتفريد الكهربى للبروتينات Electrophoresis of proteins والقاعدة العامة أن معدل التربية الداخلية لا ينبغي أن يزيد عن ١-٣ ٪ لكل جيل.

وقد ينتج الفقر الوراثي Genetic impoverishment في عشائر الأسماك بفعل أنشطة الأسماك التي تشمل :

- ١- التلوث بأنواعه وغيره من تغييرات بيئية أخرى تسبب نفوقا واندثارا له .
- ٢- ضغط (زيادة) الصيد .
- ٣- إنتخاب صناعي والذي يؤدي إلى تربية داخلية وفقير وراثي .
- ٤- إدخال أنواع أجنبية (غريبة) تنافس الأنواع المحلية على الغذاء .
- ٥- الأمراض .
- ٦- التهجين بين الأنواع ينتج عنه انخفاض المصادر الوراثية .

بينما طرق حفظ المصادر الوراثية في عشائر السمك تحت الإدارة تتوقف على الإختيار الصناعي والتكاثر الصناعي والتهجين .

تختلف عدد الكروموسومات باختلاف أنواع الجنس الواحد فكانت ٤٢ ، ٤٤ ، ٤٠ ، ٣٨ في البلطي أوريا ، جاليلي ، نيلي ، زيللي على الترتيب وهذا هام في إنتاج الجنس الواحد مثل خلط إناث نيلي مع ذكور أوريا لإنتاج ذكور ٨٠٠٪ . ويفيد ذلك في تقسيم جنس البلطي على أساس عدد الكروموسومات ومحتوى DNA في الخلية .

وفي تحليل بروتينات العضلات للأربعة أنواع أظهروا كذلك اختلافا في بروتينات الميوجين في العضلات والتي أظهرت ٥ بروتينات مختلفة على الألكتروفوريسس للزيللي و ٤ بروتينات فقط ظهرت في أنواع أوريا ، جاليلي ، نيلي .

الإنتخاب Selection :

يؤدي الإنتخاب المستمر في محصول كل سنة للنمو الأفضل وأفضل شكل للسمك لتكون أباء للجيل التالي لتعطي رأسا صغيرة وصافي جسم عال وظهر سميك ومقاومة للأمراض وللظروف الجوية غير المواتية كلها تؤخذ في الاعتبار بجانب غطاء الجسم من القشور والذي قد يكون غير مرغوب وجودها بالنسبة لربة البيت لسهولة تنظيفها للسمك (كالمبروك الجلدي واللامع) هذا وتقل فرص التحسين الوراثي بشدة التجانس الوراثي داخل الأنواع نتيجة طول فترة التربية الداخلية . وعادة تضاف أسماك مختلفة الخصوبة للأحواض فينشأ عنها زريعة تظهر قوة هجين . كما تساعد الإخصاب الصناعي على تلقيح بيض أنثى السمك بسمائل منوى من عدة ذكور مختلفة لمقارنة أداء الذكور واختيارها :

والعوامل الوراثية المستولة عن وراثه القشور هي العامل (S) وعدم وجود القشور العامل (N)، فالمبروك ذو القشور لها تركيب وراثي (SSnn)بينما المبروك اللامع (ssnn)، وكلا العاملين يؤثران كذلك على الحيوية

ومعدل النمو، فالعامل (N) في المبروك المخطط والجلدى مسئول عن الجزء الوراثى لانخفاض الحيوية وبطء النمو مقارنة بالمبروك اللامع وذى القشور الذان يوجد بهما العامل (n)، وعليه فالعامل (NN) في المبروك الجلدى عوامل مميّنة. وينخفض نمو المبروك الجلدى leather carp والمبروك المخطط line carp بمعدل ٣٠٪ عن النمو في وزن المبروك اللامع mirror، وحتى في هجين المبروك/ السمك الذهبي فإن السمك ذا القشور ينمو أفضل عن السمك المخطط. وفي الظروف التي يحدث فيها تفوق للمبروك ذو القشور scale carp والمبروك اللامع فإن المبروك الجلدى والمبروك المخطط يحدث بينه تفوق يبلغ ٧٠٪ وكذلك مساوئ الزعانف الحادة في المبروك المخطط والمبروك الجلدى ترجع للعامل (S).

وقد تم النجاح في إنتاج مبروك مقاوم لاستسقاء البطن كمرض معد جداً ويؤدى إلى فقد كبير وحاد في إنتاج السمك قد يصل إلى ٨٠٪ فقد (تفوق)، بينما الأفراد المقاومة المنتخبة قد لا تظهر عند إصابتها بالمرض سوى ٢ - ١٥٪ تفوق. وفي سيبيريا أنتجت أسماك مبروك مقاومة للبرد الشديد. ولذلك فمن المهم جداً عند إدخال سلالات جديدة من السمك إلى مناطق جديدة ينبغي أن تكون هذه الأسماك قد تموت في مناطقها الأصلية على نفس الظروف الجوية التي ستنتقل إليها لاستزاعها transplantation وبالنسبة للأسماك التراوت فقد أمكن الانتخاب والتربية فيها لسهولة النمو ومقاومة الأمراض وكثرة إنتاج البيض (الخصوبة في الإناث) وسرعة الأكل.

ونمو المبروك ذى القشور أفضل من المبروك اللامع إلا أن الأخير يفضل في الأكل. لذلك يتخذ نظام توزيع القشور على المبروك كوسيلة للانتخاب وذلك لارتباط نظام القشور بالخواص الفسيولوجية من سرعة النمو والحياة ومقاومة الأمراض. ومهمة الانتخاب هي إنتاج نوع من المبروك مناسب للأكل، سريع النمو، قليل القشور، سميك اللحم. بجانب الأخذ في الاعتبار الشكل، وعدد العظام، والقدرة على الأكل في الظروف الجديدة. ويجرى انتخاب المبروك بطريقة مركبة أى بانتخاب جهازي mass selection (والقد ساعد الانتخاب في نشأة أنواع أو سلالات خاصة بكل بلد لتتوافق مع ظروفها البيئية، وكذلك في الحصول على أنواع مقاومة للأمراض من خلال إنتخاب الآباء القوية الصحيحة). يليه انتخاب فردي individual selection: فينتخب أسماك للفقس من ١٠ إناث و ٢٠ ذكراً طبقاً للمظهر الخارجى (الشكل، القشور، غياب التشوّهات، كثافة المناسل) وتوضع معاً في حوض تبويض. فنظرياً هناك إمكانية حدوث ٢٠٠ هجين. ويرى الفقس الناتج من هذه الآباء في حوض كبير حتى الربيع التالى فتقرّر طبقاً للنمو الفردي والمظهر الخارجى ويرى منها على الأقصى ٥٪ للسنة الثانية فتوضع في أحواض تشنيه بعيداً عن أى أسماك أخرى. وخلال السنة الثالثة تربي منفصلة أو مختلطة مع أسماك أخرى بعد ترقيتها. ثم تحقن الأسماك في الربيع بالكائنات الحية المسببة للأمراض (استسقاء بطني abdominal drops) لإنتاج أفراد مقاومة للأمراض. وفي الخريف يحدث إنتخاب آخر للجيل الثالث ثم مرة أخرى في الربيع وهكذا حتى نحصل على أسماك تستخدم كآباء عمر ٥-٧ سنوات. ومن هذا الوقت يمكن إجراء انتخاب فردي. فينتخب أفضل أسماك آباء فيوضع ذكر وأنثى في كل حوض تبويض ويرى ناتج فقس كل زوج آباء منفصلاً عن فقس الزوج الآخر من

الآباء في أحواض منفصلة ويختار من أجودها الجيل الثاني ليستخدم كآباء مستقبلية. وتنتج المزارع سلالاتها النقية المتأقلمة على ظروفها البيئية ولا يحدث خلط بين سلالات المزارع المختلفة إلا إذا ظهر تدهور التربية الداخلي في مزرعة ما.

أدخل لمصر المبروك العادي بسلالتيه (المبروك القش scale carp والمبروك اللامع mirror carp) بنجاح وأعطى نتائج مرضية لتبويضه في تانكات أسمنتية صلبة القاع وجمع البيض على سفح النخيل المغطاة باللياف النخيل الحمراء وأمكن الحصول على ٧٥-١٠٠ ألف أصبعية مبروك بطول حوالي ١٠ سم من كل هكتار من أحواض الحضانة في مدة حوالي شهر. وبالإنتخاب الدقيق للأصبعات أمكن زيادة نسبة الأفراد المظهرة لخواص جسم مرغوبة من ١٧٪ إلى ٦٨٪ وهذا التحسين انعكس في زيادة الإنتاج/هكتار في حالة السمك المنتخب.

لقد أضاف الإنتخاب لخمسة أجيال لتحسين معدل النمو في المبروك في إسرائيل، وقد أظهرت العائلات والسلالات المختلفة اختلافات في معدل النمو، وهذه الخاصة ذاتها كانت حساسة جدًا للانخفاض بالتربية الداخلية inbreeding، واستخلصت التجربة الإسرائيلية أن التحكم الوراثي في معدل النمو هام ولكنه محدود بالعوامل الوراثية غير التجميعية non-additive genetic events، ولقد غاب التباين الوراثي التجميعي additive genetic variance ربما لمزله خلال الأجيال بالإنتخاب الطبيعي أو الصناعي natural or artificial selection. كما نهجت تجارب أخرى بتهجين سلالتين من المبروك مختلفتين الأصل الجغرافي ومعدل النمو لإنتاج هجين يمتاز بمعدل نمو متوسط ويحتمل الحرارة.

وقد تحصيل كذلك على تحسين في النمو بمعدل ١٦٦٪ في الجيل الرابع من الجيل الأول للتراوت وذلك بالانتخاب للنمو السريع، وقد أرجع ذلك هذا التحسين للنفع الوراثي والمكافئ الوراثي لمعدل النمو (٦٠٠٠ في هذه الدراسة) وإن كان منخفضا عما هو مسجل للحيوانات المستنقصة الأخرى المصنعة بالانتخاب.

يؤدي الانتخاب إلى إمكانيات هامة وحقيقية لزيادة إنتاج السمك إلا أن هذه الإمكانيات غير معروفة بالقدر اللازم أو غير مستخدمة بكفاءة. فمن المعروف وجود اختلافات شديدة في النمو داخل النسل حتى لنفس الآباء. إلا أن الطرق التي تسمح بالاختيار (وقت التخزين والتي تؤدي إلى نمو أفضل) لم تستقر بعد. وقد أجرى الإنتخاب مع المبروك والتراوت المرقط. ففي المبروك أمكن إنتاج سلالات مختلفة الألوان (بنى، أصفر، برتقالي، أبيض) أو مختلفة القشور (ذات قشور، لامع أو عار) أو مختلفة دليل الشكل (طويل أو قصير). وفي التراوت أدى الانتخاب إلى إنتاج سلالات مبكرة أو متأخرة التبويض وكذلك ذات نمو سريع. ومن بين التقارير المبكرة عن الانتخاب في التراوت قوس قزح ثبت أنه بالانتخاب الصناعي على مدار ٦-٧ أجيال أمكن زيادة معدل النمو وإنتاج البيض كثيرًا كما أمكن الحصول على تبويض مبكرًا. وللانتخاب للنمو فإنه من الضروري على المربي رعاية السمك منفردًا في تانكات أو أقفاص أو حواجز منفصلة وتفذي كل سمكة حتى الشبح لكي يتم التأكد من اختبار (وبالتالي انتخاب) المقاييس الفسيولوجية للنمو بمعزل عن تأثير التداخلات الاجتماعية والتنافسية. وقد ثبت من عديد من الدراسات أن اختلافات معدل النمو داخل

الأنواع لها بعض الأساس الوراثي بعيداً عن التأثيرات البيئية أو الغذائية. وفي دراسات على المكافئ الوراثي لتركيب الجسم ثبت أنه بغض النظر عن التأثيرات البيئية فإن التركيب الوراثي قد يؤثر على تركيب الجسم لكن هذه التأثيرات كانت بسيطة لدرجة أنها لا تشجع المربي مثلاً على إنتاج سمك منخفض المحتوى المائي. وكذلك بالنسبة للإنتخاب لتحسين كفاءة التحويل الغذائي في التراوت قوس قزح وجد أنه غير مجدي. إلا أن التربية الداخلية تؤثر بشدة على النمو والحيوية في التراوت قوس قزح، إذ وجد إنخفاض عالى المعنوية في الأسماك البالغة (بعد ١٨ شهراً في ماء البحر) وهذا يرجع بنسبة كبيرة إلى درجة التربية الداخلية inbreeding.

العوامل الوراثية ونظم التربية :

ربما يهتم علماء الوراثة بالرغبة في تحسين مواسم السمك للزراعة مع زيادة كفاءة التحويل الغذائي ومعدل النمو والمقاومة للأمراض إلا أن هناك من المهم تحسين جودة لحم السمك وأيضا تأخير عملية النضج مطلوبة بسبب التدهور في خواص اللحم التي تلي عادة عملية النضج. كذلك يستهدف زيادة خصوبة السمك حيث إن معظم تكاليف الإنتاج تنفق في حفظ قطيع تربية كاف. ويفيد في ذلك الإنتخاب الوراثي. وقد لوحظ أن عند البيض يرتبط ظاهرياً بشدة مع وزن الجسم ويظهر وزن الجسم في السمك مكافئاً وراثياً heritability منخفضاً، رغم أن طول الجسم له مكافئ وراثي أعلى لحد ما، وكذلك المقاومة للأمراض لها مكافئ وراثي عالى نسبياً. واتضح أن العمر عند النضج الجنسي له مكافئ وراثي منخفض في التراوت قوس قزح مقارنة بالسالمون الأطلنطي Atlantic salmon.

وفي حصر للمكافئ الوراثي للنمو في الوزن لأعمار مختلفة في السالمونات وجدت قيم تتراوح ما بين ٥٪ للإصبعيات من التراوت قوس قزح إلى ٣٧٪ بين السالمون الأطلنطي قبل التبويض عمر ٥، ٣ سنة. بينما إنثاق قوس قزح القنوت عمر ٤٨ أسبوعاً كان المكافئ الوراثي للوزن فيها ٥٢٪. ويوجه عام وجد أن المكافئ الوراثي للوزن بين السالمونات نتيجة للزيادة بالعمر ربما كنتيجة لنقص التأثير الأمومي maternal influence. وقد وجد أن المكافئ الوراثي للوزن بعد مراحل الإصبعيات تقريباً ٢٠٪ للتراوت قوس قزح و ٣٪ للسالمون الأطلنطي. وقد علل إنخفاض المكافئ الوراثي للنمو في المبروك بادعاء أنه كنتيجة للإنتخاب المستمر للنمو لمديد من السنين. كما أن هجين سمك موسى plaice - flounder hybrids أظهر إنخفاض المكافئ الوراثي للنمو في الطول (٨٪) والتي لا يمكن إرجاعها إلى الإنتخاب. وقد اعتبر أن الإنتخاب للقدرة على استعمال أعلاف أرخص غنية بالكربوهيدرات من قبل التراوت قوس قزح أمر غير ناجح نسبياً.

ويستخدم مقياس انخفاض إخراج الأوزن في الإنتخاب للسمك كدليل لقدرة السمك على تخزين الأوزن في جسمة، فقد لوحظ أن السلالات البرية أكثر إخراج للأوزن (أقل قدرة على تخزينه) عن السلالات (من نفس النوع من التراوت) المنتخبة لعشرات السنين.

هناك أسماك يكون لديها أقلمة فسيولوجية أو سلوكية للحفاظ على الطاقة فمثلاً الأسماك التي تستخدم

طاقة أقل لتهدية خياشيمها (من أسماك أخرى من نفس النوع) فتستخدم هذه الطاقة المحفوظة في نمو أسرع وإنتاج بيض أكثر لذلك ينتخب هذه الأفراد ذات الكثافة الوراثية للمحافظة على الطاقة.

ولقد استخدمت الهندسة الوراثية في عالم الأسماك لزيادة نمو الأسماك ضعيفة النمو بواسطة نقل الجينات المتحمكة في إفراز هرمون النمو للسماك سريع النمو وزرعها في بيض الأنواع صغيرة الحجم بطيئة النمو فتمكن المحصول منها على أسماك سريعة النمو.

التربية الانتخابية والتهجين Selective breeding and hybridization :

تستهدف خلق سلالات جديدة أو هجن لها خواص تفوق أصولها، وقد نجح إحداث التزاوج في المبروك الهندى والصينى فلمكن تهجينهما مع المبروك العادى، والمبروك العادى له عادة التزاوج في الأحواض لذا خضع للتربية الانتخابية لمدة طويلة مما أنتج عنه نشأة سلالات عديدة في بلاد كثيرة من العالم. ويتم إنتاج الهجن بالخلط والتلقيح الرجعى. وقد تموت الهجن في طورها الجنين أو في مرحلة التفريخ لكن أيضا قد تنجها الهجن وتصل إلى طور البلوغ ومنها ما يكون عقيما ومنها ما يمكن إنتاج جيل أول منها.

ولا يوجد في الطبيعة تهجين، ورغم ذلك سجلت بعض حالات التهجين (المشكوك فيها والتي لم تتأكد بعد) بين أنواع البلطى حيث وجد أحد الآباء في نفس المياه التي وجد فيها الهجين. والهجين المزعومة في الطبيعة بين الرندالى مع الزيللى، النيلى مع القاريا بيليس، اسكولنتس مع امفيميلاس، سيبيلورس نيجر مع ليكوسيكوس. إلا أنه تمت محاولات من الإنسان لإنتاج هجن سريعة النمو، أكثر مقاومة، عقيمة أو لانحراف النسبة الجنسية تجاه أحد الأجناس.

وفي تايوان عام ١٩٦٩ تمكنت محطة زراعة السمك في Lukang من إنتاج هجن من ذكور البلطى النيلى مع إناث بلطى موزا ميبقى له متوسط نمو يومي ١.١٦ جم مقارنة بنمو ٠.٨٥ جم لهجن ذكور الموزاميبقى مع إناث النيلى أو ٠.٧٤ جم للنيلى النقى أو ٠.٥٩ جم للموزميبقى النقى. وسمى هذا الهجين Fu-shou yu أو السمك المبارك blessed fish واستخدم بانتشار كبير حتى أنتج منه عام ١٩٧٣ ١٦ مليون أصبغة خصية وزعت على مزارعى السمك وأصبح شهير الآن لسرعة نموه وكبير حجمه وجمال لونه وارتفاع سعره بالتالى.

ولقد أطلق على ناتج تهجين البلطى الموزميبقى مع النيلى وكذلك تهجين البلطى النيلى مع الأوربا أطلق على هاتين السلالتين بالبلطى الأحمر في كل من تايوان والفلبين وأصبحتا ذات إنتشار اقتصادى لسرعة نموها فينتج الحوض الواحد مساحة ٢م^{١٠٠} ٦ طن في السنة. ولقد أدخل البلطى الأحمر (ناتج تهجين بلطى نيلى ذكر مع بلطى موزاميبقى أنثى) من فرنسا إلى مصر وينتشر في الفلبين وتايوان والبرازيل والولايات المتحدة وذلك لسهولة زراعته في الماء الشروب والمالح تماما كالماء العذب كما أنها تنمو بسرعة وتحول الغذاء جيدا وعالية الميوعة وقليلة التعرض للأمراض. وعند زراعتها مع المبروك العادى والمبروك الفضى وجد أن المبروك العادى سريع النمو وحيويته أعلى لذلك فإنتاجه أفضل من المبروك الفضى تحت

نفس الظروف ولم تخفّض إنتاج البلطي الأحمر إلا أن انخفاض إنتاج البلطي الأحمر لوجود المبروك الفضى يرجع لمنافستهما على الغذاء أكثر من منافسة المبروك العاى للبلطي الأحمر . رغم عدم استهلاك المبروك الفضى للغذاء المكعب المقدم للبلطي الأحمر. والمبروك العاى يستهلك أنواع مختلفة من الغذاء الطبيعي غير المعنوي كغذاء البلطي الأحمر.

وقد سجل وجود توائم سيامية Siamese twins فى البلطي الموزمبيقى وناتج إناث البلطي هورنورم × ذكور البلطي النيلى.

كما أمكن خلط مبروك الحشائش مع المبروك العاى، ومبروك الحشائش مع المبروك كبير الرأس، والمبروك العاى الصينى مع المبروك الأوروبى. ويتعرف على الهجين ويقارن بأبائه من حيث خصائص التسنين واللون والحجم والزعانف والخياشيم.

دور الوراثة فى الجنس والتناسل :

أولاً : بالنسبة للجنس :

عرفت نماذج لونية تورث عن طريق الكروموسوم المحدد للجنس، فالإناث احتوت كروموسومات xx والذكور xy فى بعض الأنواع السمكية، وفى أنواع أخرى وجد طرز لوني للإناث وطرز للذكور وأن الإناث تنقل صفاتها اللونية لأبنائها الذكور وليس للإناث . كما وجد أن الجنس فى أنواع أخرى يتحدد بالكروموسومات xy . للإناث و xx للذكور إلا أن التنظيم الكروموسومى الجنسى يميز معظم العشائر الطبيعية لهذه الأنواع وأن التركيب الكروموسومى فى الإناث قد يكون wy أو xx وفى الذكور YY أو XY .

وهناك تكتيك لعكس الجنس sex-reversal techniques أى إنتاج جنس مغاير بالتغذية على هرمونات جنسية للأسماك مهمل الجنس (غير محددة) وقد ينتج ذكورا أو إناثا بالخلط المناسب، فقد أمكن الحصول على ذكور مختلفة الكروموسومات (XY) فى الجوبي guppy . وفى البلطي Tilapia mossambica كذلك أنتج ذكور (XY) بخلط ذكور السمك (ممكوسة الجنس بالمعاملة الهرمونية) مع إناث عادية، ونفس النتائج تحصل عليها من T. nilotica ، إلا أن فى T. macrochir كانت الذكور (الناجمة بعكس الجنس بالمعاملة الهرمونية) عقيمة ربما لأن ذكور T. nilotica كانت متماثلة الكروموسومات (XX) homogametic (XX).

ويظهر التهجين hybridization مؤشرات عن طبيعة التحكم الوراثة فى تقدير الجنس لأنواع البلطي، فقد كان كل الفقس الناتج من خلط أنواع غير معروفة مع T. mossambica كلها ذكور وتنبا بتركييب مختلط heterogamety للذكور وكذلك للإناث لكن فى عشائر أخرى. وتحصل كذلك على جيل من الذكور all-male broods ناتج من خلط بلطي ماكروشير ذكور مع بلطي نيلي إناث، وسلم بأن الإناث مختلطة الجاميطات فى البلطي ماكروشير وكذلك ذكور مختلطة الجاميطات فى البلطي النيلى. النسبة الجنسية الناتجة من التناسل الذاتى (بدون تلقيح ذكر لاثى) parthenogenesis تؤدي لمعلومات عن التحكم الوراثة

في الجنس، فالنسل الذي كله إناث all-female broods يدل على أن إناث المبروك العادي مختلطة الجاميطات وكذلك في مبروك الحشائش، بينما الفقس من الجنسين في سمك موسى plaice يرجع لتماثل جاميطات الإناث. وعموما فإن ميكانيزم تقدير الجنس وراثيا في الأسماك لا يماثل الوضع في الطيور والثدييات والحشرات وعديد من الحيوانات الأخرى، فالعملية متباينة جداً وغير متطورة.

ثانياً : بالنسبة للتناسل :

وقد يكون الخلط بين الأنواع القريبة أكثر أهمية من التربية بالانتخاب في نفس النوع. والهجين بين الأنواع أو ما يطلق عليه بالخيال mules عادة ماتكون عقيمة sterile سواء نتجت من خلط بين الأسماك في الطبيعة أو في الأسر (الاستزراع)، ويسود هذه الهجن عادة الذكور لشذوذ في النسبة الجنسية للهجين لذا فإن الخصى وأنسجتها المولدة للحيوانات المنوية قد تكون شاذة وغير طبيعية. وقد يكون الهجين وسطاً بين أبائه وقد يظهر قوة الهجين hybrid vigour بزيادة معدل النمو عن الوالدين. ولما كان الهجين عقيماً فإن زيادة سرعة النمو تكون متوقعة، إذ لا يفقد الهجين طاقة في إنتاج البيض أو السائل المنوي، وإن ظهرت قوة هجين أعلى من ذلك في هجن خصبة أظهرت معدل نمو أسرع جداً مما هو في قطع الآباء. والهجين سواء خصبة أو عقيمة مهمة جداً، فالعقيمة مفيدة في تخزين السمك الذي لا يتطلب تكاثراً وزحمة (كثافة) في العوض من التوابع (نتاج) فهو وسيلة للتحكم في كثافة المشيرة. وفي الهجين نادراً ما يكون للذكور خصى طبيعية، بينما الإناث الهجين تكون مبايضها أفضل تكويناً وإن كان معظمها عقيماً فإن بعض الحالات الاستثنائية القليلة من الإناث تكون ذات مبايض خصبة .

كما أدى خلط ذكور البلطي الموزمبيقي الإفريقي مع إناث البلطي الموزمبيقي من Malacca إلى إنتاج ذرية كلها ذكور، وهذا مهم جداً للسلاسل سريعة التكاثر للتحكم في تناسلها باستزراع الذكور فقط فيكون نموها سريعاً ولاتتكاثر. وعموماً تتوقف النسبة الجنسية في الهجين على نقاوة الآباء، فلو احتوى دم أي من الأبوين على أي نسبة تهجين فإن النسبة الجنسية تعود إلى طبيعتها ولا يكون هناك فائدة من الخلط سوى - ربما - قوة الهجين لكن لن نحصل على جيل وحيد الجنس mono-sex. لذلك من المهم جداً لإنتاج الهجين الذكور من البلطي للأغراض التجارية أن تكون الآباء نقية جداً pure-line لذا توضع في حظائر من الشباك لمنع التلوث. وأدى خلط البلطي الموزمبيقي بالبلطي الأندلسوني في رومانيا إلى إنتاج هجين خصب ذو نسبة جنسية طبيعية. وقد أمكن الخلط بين الأجناس inter-generic في السمك في روسيا (sterlet x beluga) ، إلا أن خلطاً بين الأنواع (السالمونات والتراوت) في السويد أنتج نفوقاً طبيعياً عالياً بين البيض عنه في حالة الخلط داخل الأنواع. ويوجه عام فإن كل الخلط يعطي معدل نمو جيد وقد يشابه أو يفوق نمو الآباء.

إنتاج هجين كله ذكور من خلط الرنند إلى مع الزيلي (كلاهما من أكلات الأعشاب الكبيرة) له قيمة عظيمة خاصة للمزارع نصف المركزه، وقد استزرع الهجين في أوغندا. وتتوقف نسبة إنتاج الذكور على النقاوة الوراثية للآباء. أي تكون أنواع نقية غير مخلوطة بأنواع أخرى وإلا تفاوتت نسبة إنتاج الذكور.

وعليه فإن إنتاج نسل كله ذكور محدود لصعوبة الاحتفاظ بالأنواع النقية تماماً لتداخل الأحواض ولصعوبة التمييز بين الآباء والهجين عند انتخاب قطيع للتربية. ويجرى التهجين بتحويط ٢م١٠٠٠ وإنزال ١٢ ذكراً هورنورم مع ١٢ أنثى موزامبيقي ويسمح لها بالتبويض ثم تزال بعد شهرين من إنزالها لمنع الخلط الرجعي مع الهجين الذي ينضج في ٢-٤ شهور وتحفظ الآباء منفصلة ٢ شهور لاستعادة نشاطها قبل إعادة التبويض. إلا أن السمك وحيد الجنس قد يظهر شكلاً تعويضياً طبيعياً بأنه يحتوى نسبة من الذكور وأخرى من الإناث ربما بإنعكاس الجنس sex reversal وهذا هو أحد الأسباب في فشل الحصول على نسبة ١٠٠٪ ذكور. وقد يفضل إضافة ٣ إناث لكل ذكر على أن تكون وزن الإناث ٢٠٠ - ٣٠٠ جم بينما الذكور ١٦٠-٢٠٠ جم، كي لا تكون عدوانية وشرسة بالنسبة للإناث. وقد ذكرت نسبة أخرى في تهجين الموزامبيقي مع الهورنورم (٢ إناث : ٣ ذكور). وعقب كل فقس ونقل الفقس للتربية والآباء للاستعداد لتكاثر آخر تجفف الأحواض التي أجريت فيها الوضع ثم تعامل بمادة سامة لقتل أى فقس متبقى منعاً من تلويث الفقس التالي أو أن تستخدم الأسماك المفترسة في أكل أى فقس متبقى لنفس الغرض وهو عدم تلويث الفقس التالي. ويمكن الحصول على نسل ٨٥٪ منه ذكور بتهجين البلطي النيلي الإناث مع ذكور البلطي الأوريا بنسبة ١ : ٢.

وينمو الهجين بقوة الهجين hybrid vigour أسرع من آباءه بمعدل مرتين أسرع فيبلغ ٤٥ كجم في ٦ شهور، كما ينمو الهجين (إناث موزامبيقي مع ذكور نيلي) بمعدل ١٦, ١ جم في اليوم. كما يمتاز الهجين بجودة كفاءة التحويل الغذائي عن الآباء وبقدرة متوسطة للحمل الحرارى. ومعدل نمو هجين ذكور الهورنورم مع إناث النيلي ١٠, ٥ - ٣ جم في اليوم. إلا أن هجين بعض الأنواع الأخرى (ماكروشير مع النيلي) لم تظهر تفوقاً في نموها على آباءها، ربما لظروف التهجين واختلاف التأثيرات البيئية أو لتباين في النوع بين الآباء. ومن العيوب في عشيرة من الذكور فقط أنها - كما سبق الذكر - تحتوى إناثاً (لانعكاس الجنس في بعضها) وتكاثر في الأحواض وتبنى عشوشاً لكن يتغلب عليها بتبطلين جدر الأحواض بعلامات مجمدة أو بحجارة. كما أن الهجين كله خصب لذلك يمكن أن يتكاثر رجعياً بتلقيح ذكوره مع إناث أى من الآباء وتكون النسبة الجنسية للجيل الثاني هذا ١ : ١.

وإذا تزاوج جنسين متمثلين التركيب الوراثي (xx) (zz) من نوعين مختلفين نتج هجين كله ذكور متمثلة ظاهرياً مختلفة وراثياً (xz). لكن لو تزاوج جنسين خليطى التركيب الوراثي (xy) (wz) فإن الهجين الناتج ٧٥٪ ذكور ، ٢٥٪ إناث.

الفصل الثانى اقتصاديات الأسماك

الظروف الضرورية لنجاح مشاريع الزراعة المائية :

لنجاح أى مشروع يتوقف ذلك على الظروف الخاصة بكل بلد. فاختيار الكائن المائى المناسب له نفس أهمية التخطيط الصح للمشروع، وذلك لتفادى المخاطر التجارية. ولا يجب إغفال المخاطر الطبيعية وكذا البيولوجية فالأمراض الطفيليات قد تقضى غالبا على المحصول كله، كما قد تنخفض بشدة إنتاجية أى جسم مائى نتيجة تغييرات جودة المياه والتي قد تسببها مثلا المبيدات بأنواعها أو المخلفات الصناعية، وإذا يراعى ذلك فى التخطيط الجيد المتكامل.

كما يراعى عند التخطيط لإدخال الكائن المائى المختار للتربية أن يكون لهذا المنتج المائى سوقا للبيع فى منطقة المشروع أو يمكن تصديره. ومهم كذلك العمليات الفنية مثلا لإنتاج الزريعة (طبيعيًا أو صناعيًا) والرعاية، وكذلك من المهم من البداية تنظيم أفضل سبل الرعاية ونظم التغذية وطرق مقاومة الأمراض والحصاد والتجهيز والتسويق. وقبل البداية يجب توفير المعلومات الدقيقة عن بيولوجية وبذرة حياة الكائن المائى وكذلك عن مختلف المقاييس البيولوجية والكيمائية والطبيعية للماء. ولتقليل المخاطر من الفشل يجب تقدير المقاييس البيئية والاقتصادية والاجتماعية التالية قبل الإختيار :

المقاييس البيئية :

قبل تقرير الموقع يجب الفهم الجيد والكامل والصح لطبيعة البيئة والماء نفسه فالصفات الطبيعية والكيمائية للماء ودرجة حرارته اليومية والموسمية والسنوية وتقلباتها يجب تقديرها. كما يجب تقدير محتوى الملح والاسموزيه للماء، وإذا ماكانت متقلبه فى أوقات معينة، وكذلك يقدر تركيز المغذيات الذائبة والغازات والمواد التي يحتمل أن تكون سامة أو مثبطة. كذلك ظروف التدفق أو الجريان والروقان وامتصاص الضوء للماء يجب قياسها. جودة الماء وقيمة رقم حموضته pH والخواص التنظيمية والقوية والعسر يجب معرفتها جميعاً. ويقدر الموقع الجغرافى للماء ومخزون الماء الأرضى ومصدر الماء واستمراريته وتقلبات ارتفاع الموج والجزر.

عوامل الطقس Meteorological factors كاتجاهات الريح وسرعته وتقلباته الموسمية يجب دراستها. كما يجب دراسة كمية ضوء الشمس اليومية والموسمية والسنوية، وتقلبات درجات الحرارة للهواء ووطوبية الهواء والأمطار. ظروف التربة أيضا تؤخذ فى الاعتبار، كنوعها ومساميتها وخصوبتها ولونها وعشيرة الكائنات الحية الدقيقة بها.

عوامل بيولوجية :

إنه من المهم تقدير الإنتاج الأول والثاني والإنتاج الطبيعي الكلى المتاح كغذاء موجود للكائنات المائية. وإذا كانت الأنواع المحلية موجودة في الطبيعة ويجب زراعتها فيجب اكتشافها إذا ما كانت الزريعة أو الحيوانات الناضجة يمكن صيدها. كما يجب التقدير الدقيق إذا ما كانت هناك طرق لإغناء الماء بالمغذيات لزيادة إنتاج الكائنات الحية الدقيقة.

مقاييس اقتصادية :

العامل الاقتصادي الهام في مشاريع الزراعة السمكية هو ما إذا كان هناك سوق محلية أو للتصدير للمنتج المائي المقترح. كما يجب مناقشة المواضيع التجارية والقروض والتسهيلات المادية. كما يجب التأكد من وفرة الأرض والقوى البشرية وإمكانات النقل والتخزين في منطقة المشروع وكذلك القدرة على الإمداد بالأسمدة ومواد الطف وأنوات الصيد وقطع الغيار وغيرها.

مقاييس اجتماعية :

يجب إختيار ما إذا كان للمشروع تأثير ضار على البيئة أو ما إذا كانت هناك عوامل ضارة ربما تنشأ من البيئة. كما يجب الثبوت على ما إذا كان المشروع قد يسبب منافسة للصيادين المحيطين بالمنطقة أو ما إذا كان هناك إمكانية للتعامل مع هؤلاء الصيادين وإسخالهم في المشروع. كما يجب التأكد من أن استخدام الماء للزراعة السمكية ليس له تأثير غير مرغوب على الملاحة أو الري ولاى مدى يقدر الفقد بالسرقة.

إرشادات لاختيار الكائنات المائية :

كقاعدة بيولوجية عامة يمكن القول بأن الأسماك آكلة العشب و آكلة الفتات أو التي ترشح الماء وكذلك القشريات تعتبر أكبر منتجات للبروتين وتمطى محصولا وفيرا من البروتين الحيوانى في وقت قصير. وفي حالات عديدة تنتج هذه الحيوانات أكثر عند إمدادها بالغذاء في صورة فضلات زراعية كالرجيعة ومسحوق قول الصويا ولب ثمار البن، أو إذا تم تسميد الأحواض بالأسمدة الطبيعية أو الصناعية. وعلى الجانب الآخر نجد أن إنتاج الأسماك آكلة اللحوم والجمبرى يكلف في تقنية الكثير ويتطلب تقنية خاصة. وعلى ذلك تكون تكاليف الاستثمار والإنتاج عالية جداً، ويمكن عدل الإنتاج في الدول النامية إذا اقترض النقد الأجنبي لتحسين ميزان المدفوعات بتصدير هذا المنتج (الترفيهى) إلى البلاد الصناعية.

إختيار الأنواع الأكثر ملاءمة لمشاريع الزراعة المائية يجب أن يتم بشكل فردى في كل حالة. ويؤخذ في الإعتبار النقاط التالية :

- طلب المنتج يجب أن يتم من قطاع عريض من السكان قدر الإمكان.
- من المرغوب زيادة توزيع الكائن المائى على مساحة عريضة.
- الكائن المائى يجب أن يحتل قاعدة السلسلة الغذائية.

- يجب أن تكون هناك إمكانية لإنتاج نوع الكائن المائي المختار في مزرعة مختلطة مع كائنات أخرى.
- يجب فهم العملية التناسلية للكائن المائي المختار وكذلك احتياجاته الغذائية ومعدل تحويله للغذاء ونموه وعمره يجب تقديرها .
- يجب تقرير طريقة الزراعة للنوع المعين .
- يجب التأكد من أن الكائن المائي غير حساس للأمراض والتغيرات في الخواص الطبيعية والكيميائية للماء.
- إنه يمكن حفظ المنتج بالطرق الأولية أو الحديثة.
- لا يوجد كائن مائي تتوفر فيه هذه الشروط جميعها، لكن هناك بعض الأنواع من الكائنات المائية يمكن ذكرها على سبيل المثال :

ماء ذهب : أنواع المبروك الصيني والهندي، المبروك، البلطي، القراميط، جمبرى الماء العذب.

ماء شروب ومالح : بوري ، سمك اللين، المحار ، الجمبرى.

ولقد درست هذه المخلوقات المائية (والتي يمكن أن تصبح أكثر أهمية خاصة في البلدان الحارة وشبه الحارة) بالتفصيل على الصفحات التالية . تم استيراد أنواع السمك القريب إلى أوروبا وشمال وجنوب أمريكا، وبعض أنواع السمك التي أدخلت بنجاح أدت في الواقع إلى خسائر كبيرة غير متوقعة. مثال على ذلك المبروك في الولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا وكولومبيا، أدى إلى إتلاف النباتات المائية بتحريكها لقاع الماء مما أضر بالحيوانات المائية المحلية. وقد أدى ذلك إلى ضرورة إبادة قطعان المبروك التي أدخلت إلى كولومبيا لحماية نباتات وحيوانات الماء القومية. مبروك الحشائش استورد بنجاح من الصين إلى روسيا ورومانيا والمجر، إلا أنه في المجر أصيب بالعديد من الديدان الطفيلية الغريبة. ولما كان مبروك الحشائش يتغذى على النباتات الراقية، فإنه تراعى في تخزينه احتياطات محددة وضرورية حتى لا يبيد الكائنات (نباتية وحيوانية) المائية المحلية. لذلك وضعت المجر وأمريكا قواعد دقيقة لتخزين مبروك الحشائش لحفظ التلف البيئي في حدود خوفنا من زيادته في ظروف معينة. كما أن أسماك الكراكي Pike التي أدخلت إلى إيرلندا هاجمت السالمون والتراوت المحليين وخفضت من قطعانها بشدة.

إن إدخال نوع جديد من الكائنات غالباً ما يخفض من عدد الأنواع في البيئة مما يضر بالاتزان الطبيعي بطريقة غير محسوبة ، وهذه التغيرات ليست من السهل التغلب عليها وعكسها. والأنواع حديثة الدخول لا تستطيع الحياة في ظروف مياه غريبة دون تغيير عالم النبات والحيوان المحيط بها. وأكثر من ذلك أنها تنتشر عاجلاً أو آجلاً إلى الماء حيث إنها غالباً ما متعادى.

على أي الحالات فإن الظروف تكون مختلفة عند تخزين السمك الغريب في مياه صناعية (خزانات أو برك صناعية)، لأن هذه المياه لا تكون نظاماً بيئياً طبيعياً كما يمكن التحكم في التخزين. وإذا كان ممكناً

فيجب إدخال أنواع السمك الأجنبية فقط والتي لا تستطيع التكاثر دون تحكم في الظروف الجديدة. وبهذه الطريقة يمكن منع التغييرات غير المرغوبة في النباتات والحيوانات المحلية.

وعلى أى الحالات فهناك توصيات يجب مراعاتها عند تخزين كائنات مائية غير محلية منها :

١- يجب فهم بيولوجية الكائن المائي في بيئته الطبيعية وكذلك علاقاته مع الكائنات الأخرى في النظام البيئي بما فيه الطفيليات وجراثيم الأمراض.

٢- عواقب الاستيراد إلى بيئة غير محلية يجب (إذا أمكن) أن تقدر بدقة وتتخذ في الاعتبار وكخبرة عند إدخال هذا الكائن المائي أو الأنواع المرتبطة إلى مناطق أخرى. وإذا لم تظهر أى حقائق لإعاقة إدخال الأنواع غير المحلية، فيجب إتباع طريقة الاستيراد التالية :

أ- تكاثر الأنواع المستوردة يجب أن يتم في حجر بيطرى quarantine في مفرخ hatchery في البلد المستورد، بعدها يمكن وضع الصغار في البيئة الطبيعية للتأكد من عدم إظهارها أى علامات مرضية أو عدوى طفيلية. وتراقب الآباء جيدا خلال فترة الحجر البيطرى. وعلى أى حال فإن استيراد بيض للتفريخ أقل خطورة من استيراد الآباء ذاتها لغرض التناسل.

ب- ويمكن استيراد البيض أو اليرقات إذا كان غير ممكن إحداث التناسل. وفي هذه الحالة فلا داعى للحجر البيطرى. وعلى أى حال فيجب أخذ كل احتياطات لمنع إدخال كائنات غير مرغوبة.

ج- يجب الملاحظة المستمرة للكائنات المائية غير المحلية.

د- يجب تعقيم كل ماء متخلف من مفرخ الحجر.

إنه رغم تطور الصيد في الأريمة عقود السابقة فمازال نصف الأسماك البحرية (من الماء المالح) الموجهة للاستهلاك الأدمى على مستوى العالم يقوم بصيدها صغار المصايد، إذ يقوم ١٠ مليون صياد بصيد حوالى ٢٠ مليون طن سمك سنويا. ورغم تزويد القوارب بالمواتير canoes motorization إدخال الشباك النايلون فإن تكنولوجيا الصيد لصغار المصايد من عديد من بقاع العالم ظلت دون تغيير لعقود من الزمن بتأثير الوضع الاقتصادى للدول النامية التى تعاني من قصور رأس المال والنقد الأجنبي وارتفاع أسعار البترول والتخلف الزمن. وصغار المصايد تستوعب ٩٠٪ من الصيادين .

إن إدارة المصايد والمزارع عبارة عن نظام قائم على المصادر (السمك) والصناعة (الصيد والتصنيع) والتجارة (تسويق) وبين هذه العناصر روابط هامة.

فالهدف عبارة عن قطع أنواع الأسماك والبيئة الطبيعية المناسبة أو الموطن. فمسئولية إدارة المصايد هنا حماية هذا الموطن والمحافظة على قطع الأسماك فيه. وتتطلب الإدارة النكية إلى معلومات عن

حجم القطيع وسلوكه واستجابته لشدة الصيد.

وصناعة السمك تشمل جمع المحصول (أو الصيد) وتختلف منظماته بشدة من مكان لآخر طبقاً لموايل تاريخية واقتصادية واجتماعية وسياسية. أما تصنيع الأسماك فيشمل التشفية والتجميد والتعليق والتعليق وهي صناعة لازمة للتخزين والنقل للأسواق البعيدة وعند موسمية الإنتاج أو الاستهلاك (الطلب على المنتج). وتحقق اقتصاديات تصنيع الأسماك من خلال منظمة عمل من خلالها يتم شراء كم كبير لتعزيز متطلبات السوق من خلال عمل مكثف.

التجارة من خلال التسويق والتوزيع، وتتأثر بصناعة الصيد وبالتكاليف الزائدة والتي قد تكون مصدراً لضغط المنافسة ضد منافس أكثر تنظيماً.

تخطيط مشروعات تربية الأسماك شأنها شأن المجالات الإنمائية الأخرى من حيث الأسس وهي:

١- الجانب الحياتي أساساً مثل نوع الأسماك الملائمة.

٢- الجانب الفني الحياتي أي توافر الزريعة وأساليب التوالد المستحدث والتغذية والمراقبة الصحية (أمراض ومقاومة).

٣- والجانب المادي المتعلق بالأمراض وملاصقة التربة والمياه والتضاريس.

٤- الجانب الاقتصادي مثل الأسواق وتكاليف الإنتاج وأسعار الأسماك ومستوى الطلب عليها.

٥- جانب اجتماعي وثقافي مثلاً التغذية الصناعية للأسماك في بعض البلدان خاصة في المناطق الريفية تثير الضحك للبعض مما يجعل إنتشار مزارع الأسماك أمراً صعباً، كما أن مشروعات تربية الأسماك ليست مجالاً لاستخدام أعداد كبيرة من الأيدي العاملة لموسمية الإنتاج وإحتياجاته لقلّة مدربه من العمالة، كما أن دخول الإنتاج المكثف بجهود حكومية ينافس المزارع الصغيره ويهدد صغار الصيادين بالبطالة ويضر بمصالح الفلاحين المجاورة أراضيهم لمزرعة حكومية. إذ عندما تريد شركة حكومية التوسع يسهل لها نزع ملكية أراضي الأهالي من حولها. كما أن دخول خبرات أجنبية لتخطيط وإنشاء مشاريع سمكية كبيرة في البلدان النامية كثيراً ما يغيب عن هذه الخبرات احتياجات القطاع الريفي من الشعب من نوعية معينة من السمك حجماً ونوعاً (طعماً) وسعراً مما يكون له أثر على سعر المنتج حتى يتم تسويقه وما يحدثه من تغيير في العادات الغذائية للشعب. كما أن إنشاء مثل هذه المشاريع المكثفة كوسيلة إرشادية لصغار الفلاحين أمر غير معقول، لأن القدرات المادية لهؤلاء الفلاحين لا تمكنهم من تعلم تكنولوجيا حديثة أو من شراء أعلاف وعلاجات وأسمدة وإقامة مبانى وشراء زريعة إلى غير ذلك، وعليه فقد يجمعوا عن الصيد كلية لمنافسة المشاريع الكبرى لهم، إلا إذا كانوا مستهدفين من قبل الحكومات بتحسين أوضاعهم فتوفر لهم الظروف الطبيعية والتسويقية وأن يكونوا ذاتهم مقتنعين ومؤيدين للتغيير بناء

على مؤشرات مقننة بالفائدة الاقتصادية من مزارع الأسماك على أن تراعى الحكومات عدالة توزيع الموارد الطبيعية على مزارعى الأسماك (كالأراضي والمياه) وتوفير للمزارعين احتياجاتهم من الزريعة والطف والمعدات والخدمات الوقائية من الأمراض والجلاج والإرشاد والإئتمان والأسواق. وأخيرا فإن من الضروري تقييم التكاليف والفوائد (الإجتماعية والمالية والاقتصادية والبيئية) تقييماً انتقائياً وواقعياً دون محاباة.

وعموماً فإن مشروعات تربية الأسماك لابد من دراستها على أساس منظور شامل لا عن زاوية اقتصادية صرف تقوم على اعتبارات الربح بل يجب أن تبدأ الدراسة باستقصاء مدى إسهامها فى التخفيف من حدة سوء التغذية.

لنجاح التسويق (كأحد عوامل إدارة مزارع الأسماك) لابد من دراسة احتياجات المستهلك سواء من حيث الأنواع المرغوبة وحجم السمك وجودته وتدرجه وفى أى شكل وبأى سعر وهل هو طازج أو مجمد، وفى أى وقت ومكان مناسب للتسويق. وتشمل تكاليف الإنتاج تكاليف ثابتة (تأمين - ضرائب - قسط سلف - استهلاك أمواض - استهلاك قوارب - استهلاك سيارات - تكاليف تسويق) وتكاليف متغيرة (سعر فقس السمك - التغذية - السماد - الوقود - عمالة - حج وتغليف - صيانة) والفرق بين ثمن البيع (الدخل) وإجمالي التكاليف هو الربح أو الخسارة. ويتوقف الربح على خفض التكاليف وزيادة الدخل برفع كمية السمك المباع ورفع سعره. ويتوقف كمية السمك على معدل أو كثافة التخزين ومعدل النمو والحيوية والتي تتوقف بالتالى على الإدارة ونظام التسمية والسماد والغذاء. بينما السعر للسمك يتوقف كذلك على اختيار السوق وشكل المنتج وجودة السمك وتوقيت البيع. ومن العوامل المؤثرة كذلك على الدخل من بيع السمك وتكاليفه :

١- جودة الماء، خاصة مع كثافة تخزين السمك تحتاج لتر شحيح ونسج يزيدان التكاليف، لذا يجب مقارنة تكاليفها مع المنفعة منها.

٢- التخصيبات تخفف من الإصابة بالأمراض وتحسن الجودة ويقلل الفقد لكن ينبغي مقارنة المنفعة منها مع التكاليف.

٣- التصنيع يشكل تكاليف إضافية، فلا تفتح إلا إذا كان سعر السمك المصنوع عالياً.

٤- نظام مزارع السمك، إذ غالباً ما يتفق كثير من المال فى المزارع الكبيرة كتكاليف ثابتة للبناء وغيره، بينما المزارع الصغيرة تتكلف أقل كثيراً فى البناء. كما أن المزارع الكبيرة تنفق الكثير فى نظام الماء والغذاء للحصول منها على قدر كاف من السمك كما يتم تسويق السمك منها عن طريق وسطاء بينما فى المزارع الصغيرة يصل منها السمك مباشرة إلى المستهلك.

اقتصاديات الاستزراع السمكى Economics of aquaculture .

لإنتاج منتج بيولوجى مائى بتكاليف منافسة وقابل للبيع ليحقق ربحاً معقولاً، فهناك وقتاً متطلباً لبلوغ معارف بحثية علمية مؤدية لتطوير وتحسين التكنولوجيا وتطويع هذه التكنولوجيا لتطبيقها فى الصناعة.

تختلف أهمية الأسماك المختلفة للسوق، وبالتالي يختلف سعرها، على أساس نظرية العرض والطلب، ومدى منافسة المنتج المحلي، ومدى دعمه لهذه المنافسة. وتزيد الأرباح من أنواع معينة لكنها نادرة، كما تزيد الأرباح لوياع المنتج بنفسه إنتاجه سواء كما هو أو بعد تصنيعه، كما تزيد الأرباح من الأسماك لو بيعت لإعادة تخزينها في المجارى المائية سواء للهواة لإعادة صيدها، أو للمنتجين لغذاء الإنسان من الأسماك.

ولما كان النقل يؤذي السمك، وينتج عنه أمراض وضغوط بيئية تعرض السمك للعدوى، فإن السمك المنزلى (المحلى) يكون أكثر امتيازاً. وتشكل الرعاية في حد ذاتها جزءاً أو كل الدخل للمزارعين المربين.

وإن لم يتألف إلا تربيع مزارع السمك في الأحواض الحديثة، بينما إنتاج السمك لإعادة تخزينه يكون مربحاً، وهذه حقيقة معروفة. فيجب عمل حساب نسبة كبيرة للمخاطر الناجمة من أمراض السمك، وظروف الطقس، والطفيليات والمفترسات، وظروف المياه، ومتبقيات التسويق. وقد يزيد الربح عند تعدد أنواع السمك في ذات المزرعة، مما يزيد الإنتاج في الحوض.

وأخيراً يجب معرفة أن السمك ليس آلات يمكن توقع أداء معين منها. إذ أن الافتراضات الموضوعية لأداء نموها عادة ماتكون أكثر من متفائلة، بما يخفض معها ظاهرياً من تقدير التكاليف (على أساس كثرة الإنتاج). وعموماً فإن نظم رعاية السمك الحديثة تتطلب أشخاصاً ذوي خبرة ومهارات فائقة في ميادين شتى، وحتى الآن لا توجد برامج تدريب مقبولة لإعداد هذه المهارات، بل كل شيء متروك للملاحظات الفردية.

الطلب Demand :

ويقصد به العلاقة بين كميات المنتج والمستهلك الذى سيشتري وهو علاقة تحددها عوامل مثل سعر المنتج ومستوى دخل المستهلك وأسعار المنتجات البديلة وحجم السوق أو العشيرة المستهلكة للمنتج. وهذه العلاقات محددة بذوق وتفضيل المستهلك.

سعر المنتج Price of the product :

هناك علاقة بين الطلب والسعر، إذ يشتري المستهلك كميات أكبر من المنتج ذي الأسعار الأقل من ذي الأسعار الأعلى، ولذلك فالمدى الذى ينخفض إليه السعر ليزيد الاستهلاك بعد ذا أهمية في صناعة مزارع الأسماك، إذ أن الأنواع التى تنخفض أسعارها ويزيد استهلاكها تعد أصنافاً غير حيوية اقتصادياً. فنمو الصناعة بوجه عام يتوقف على امتداد وتوسع الإنتاج الذى يعتمد جزئياً على ارتباطه بالسعر الذى يرتبط بالتالى بالمعرض.

مستوى دخل المستهلك Consumer income level :

هناك من المؤشرات مايدل على أنه داخل مدى معين من الدخل فإن الطلب على المنتجات البحرية يقل بزيادة مستويات الدخل وتفسير ذلك ربما ارتفاع سعر المنتجات البديلة الأخرى (والتي قد تكون بحرية كذلك) بما يوافق الزيادة في الدخل وذلك ثابت مثلاً لبعض الأنواع كالسالمون الملب. وإن كان هذا الفرض أو

العلاقة ليست مميزة لمعظم المنتجات البحرية.

أسعار الأغذية الأخرى : Price of other foods

يتأثر المطلوب من المنتجات المائية بأسعار الأغذية الأخرى البديلة والتي قد تكون مائية الأصل كذلك. ويتوقف الإحلال في هذه السلع على معايير منها القوام والمحتوى الغذائي للمنتج، وتختلف درجة وطبيعة الإحلال على الصور التي يباع عليها المنتج وكذلك على ما إذا كان المنتج يصل في صورة نهائية ليد المستهلك أم هي ضمن مكونات تدخل في منتجات أخرى.

عدد المستهلكين : Number of consumers

يزداد عد المستهلكين طبيعياً بزيادة تعداد السكان أو من خلال تغييرات العمر والجنس والنوع لعشيرة ما. ففهم دور هذه العوامل في طلب المستهلك للمنتجات المائية يساعد على توجيه الاقتصاد الحيوي ويفسر نمو صناعة المزارع السمكية. وقد يتحكم المنتج في حجم عشيرة الاستهلاك من خلال عمليات الإعلان والتصدير.

ويمكن تلخيص العوامل الاقتصادية المؤثرة على عائد المزارع السمكية فيما يلي:

تكاليف التغذية (وهي أكبر عامل من عوامل اقتصاديات الإنتاج، إذ تبلغ حوالي ٥٠٪ من إجمالي تكاليف الإنتاج وأقل تغيُّرات في سعر العلف وفي كفاءة التحويل الغذائي يكون لها عظيم الأثر في الإنتاج. والبروتين الحيواني والحبوب هي أهم مكونات علف الأسماك، ويتنافس مع السمك فيها الاستخدامات الزراعيه الأخرى وفي ظروف معينة كذلك استهلاك الإنسان ذاته)، بالإضافة إلى الفقد الناتج من الأمراض والافتقار، وطرق الإنتاج المثلى، ومشاكل التسويق (التي تمتد من الإنتاج إلى الاستهلاك، فهي تتناول عمليات الحصاد والنقل والتجهيز والتخزين حتى البيع للمستهلك وما يتخلل هذه العمليات من تلف وتدهور في الصفات والمفروض أن يصل السمك للمستهلك بنفس الجودة المصاد بها).

وبجانب الأسماك فهناك كثير من الحيوانات الأخرى الهامة للإنسان والغير مستغلة استفلا كافياً كالأسفنج، القشريات (جمبري، كايوريا أو أبو جلميق، استاكوزا) والمحاريات أو الصدفيات (مثل أم الخلول، البصر، السرماق، الملح)، هذا بجانب الطيور المائية (كالبط والغر والشرطف والبلاشون واللقاط والبليول والشرشير والخضيري واليشاروش والسمان) والأصداف واللؤلؤ والطحالب.

إن السمك أكفأ من الإنتاج النباتي واللبن معاً ومن إنتاج الدواجن من حيث قيمة الإنتاج الصافية لوحدة المساحات ومن حيث المكسب (الربح) لكل وحدة سعر في رأس المال الثابت ومن حيث الربح لكل وحدة من المساحة المنتجة، إلا أن السمك قد يتطلب رأس مال ثابت كبير. فقد وجد أن صافي الدخل الغذائي النقدي في المتوسط ٢١٩ جنيه للفدان من إنتاج السمك، بينما متوسط صافي الدخل من الاستغلال النباتي للفدان من الأراضي المستصلحة من نفس البحيرة (المنزلة) حوالي ١١٣ جنيه، كما أن العائد على رأس المال كان أعلى في زراعة السمك (١٩ - ٥٠٪ حسب مساحة المزرعة) عنه في زراعة الأراضي المستزرعة نباتياً